ING. PAOLO BIGNAMI
DEPUTATO AL PARLAMENTO

LA LINEA NAVIGABILE DA MILANO A VENEZIA

CONFERENZA TENUTA A MILANO IL 23 FEBBRAIO 1913 NELLA *SALA D'ORO DELLA SOCIETÀ DEL GIARDINO* PER INVITO DEL COLLEGIO DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI DI MILANO E RIPETUTA A VENEZIA IL 13 MARZO NELLA *SALA MAGGIORE DELLA FENICE* PER INVITO DEL SINDACO DI VENEZIA.

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA
Legato Anselmi
OA. - b -
1102

ING. PAOLO BIGNAMI
DEPUTATO AL PARLAMENTO

LA LINEA NAVIGABILE DA MILANO A VENEZIA

CONFERENZA TENUTA A MILANO IL 23 FEBBRAIO 1913 NELLA *SALA D'ORO DELLA SOCIETÀ DEL GIARDINO* PER INVITO DEL COLLEGIO DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI DI MILANO E RIPETUTA A VENEZIA IL 13 MARZO NELLA *SALA MAGGIORE DELLA FENICE* PER INVITO DEL SINDACO DI VENEZIA.

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA

LA LINEA NAVIGABILE DA MILANO A VENEZIA

Questa conferenza venne tenuta dall' Onorevale Bignami a Milano il 23 febbraio 1913, nella SALA D'ORO DELLA SOCIETÀ DEL GIARDINO, *per invito del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano e poi ripetuta a Venezia il 13 Marzo 1913 nella* SALA MAGGIORE DELLA FENICE, *per invito del Sindaco di Venezia.*

L'uditorio, in tutte e due le occasioni eletto e numeroso, e le adesioni pervenute diedero alla conferenza il carattere di una solenne manifestazione a favore della linea navigabile da Milano a Venezia.

Nell' assoluta impossibilità di pubblicare l' elenco di tutte le autorevoli persone intervenute, crediamo tuttavia opportuno di far cenno di alcune fra esse, con speciale riguardo ai rappresentanti ufficiali di Enti pubblici.

Sottosegretario Pavia: Dolente non poter intervenire conferenza collega Bignami, che certo sarà interessante perchè l'oratore sa intrecciare alla competenza della materia l'eleganza del dire, mando adesione alla utilissima iniziativa.

Deputato Carmine: Plaudo al competentisssimo conferenziere augurando sollecito avviamento alla realizzazione desiderata linea navigabile Milano- Venezia.

Deputato Romanin Jacur: Precedenti impegni tolgonmi assistere alla conferenza odierna del carissimo amico Bignami; sarò presente col cuore, grato al cospicuo Collegio Ingegneri Milano, di cui onoromi essere antico socio, di accordare suo appoggio esecuzione opera alla quale con valenti colleghi da anni do la mia modesta opera.

Deputato Pozzi Domenico: Spiacente impossibilità intervenire ringrazio invito interessante conferenza collega Bignami tema trattato mia relazione Bilancio Lavori pubblici terminata ieri e di imminente discussione Camera.

Generale Bigotti..... Ringrazio sentitamente vostro lusinghiero invito dolentissimo qui trattenuto per servizio. Invio vive congratulazioni al Collegio per felicissima idea di efficace propaganda invitare onorevole Ingegnere Bignami tenere conferenza intorno al massimo dei problemi nostra navigazione interna da collegarsi omogeneamente con quelle provincie finitime nel loro interesse generale e per il migliore sviluppo economico del paese. Saluto nell'autorevole oratore un astro novello che porterà nuova luce sull'importante argomento e rinforzerà la schiera dei valorosi combattenti per la santa causa. Assisterò alla conferenza col pensiero, e col cuore mando all'Assemblea il mio più cordiale saluto!

Deputazione Provinciale di Venezia:..... Questa Rappresentanza provinciale fa con vivo plauso piena adesione alla importante manifestazione, la quale eserciterà certamente non piccola influenza per la sollecita attuazione della grande e vagheggiata impresa, e sarà rappresentata alla medesima dall'Ill. Sig. Sindaco di Venezia.

Presidente Deputazione Provinciale di Cremona: Spiacente che una indisposizione mi impedisca di intervenire conferenza ringraziando invito, rappresenterà questa Deputazione comm. nob. ing. Giov. Longari Ponzone.

Presidente Consiglio Provinciale di Sondrio: Ringraziando per il gentilissimo invito alla conferenza dell'on. Bignami, prego scusare la mia assenza.....

Presidente Camera di Commercio di Brescia:..... precedenti impegni me lo impediscono. In ogni modo faccio adesione alla manifestazione e porgo alla S. V. i sensi della mia perfetta osservanza.

Sindaco di Cremona:..... Aderisco plaudo ottima iniziativa illustrare grandioso interessantissimo progetto linea navigabile Milano-Venezia.

Comune di Brescia:..... si associa tuttavia vivamente e col massimo interessamento alla manifestazione diretta a promuovere un'opera tanto vantaggiosa per il paese nostro.

Collegio Ingegneri di Genova: A nome Collegio Ingegneri Genova auguro che Milano prima città industriale d'Italia porgendo la mano alla nobile città adriatica tenga stretta quella della sorella mediterranea nel proposito comune di operare unita per i destini d'Italia. Il Presidente « Giacomo Reggio ».

Collegio Veneto degli Ingegneri..... è molto grato al Collegio degli Ingegneri di Milano per l'invito alla Conferenza..... Dolente che impegni precedenti gli tolgono il modo di aderire al gentile invito, il nostro Presidente ha pregato l'Ill. Sig. Sindaco di Venezia di scusare presso di Lei la nostra assenza.

Presidente Collegio Ingegneri di Parma:..... Plaudendo all'iniziativa..... ho delegato l'egregio consocio Ing. Ferdinando Triani.

Senatore Canzi. — On. Ellero. — On. D. Crespi. — On. Sanjust di Teulada. — On. Magni. — On. Beltrami. — On. Montù. — On. Treves. — On. Albasini-Scrosati. — On. Orsi. — On. Mira. — On. Arnaboldi. — On. Candiani. — On. Silvio Crespi. — On. Carlo Ottavio Cornaggia. — Prof. Ing. Valentini. — Associazione Agricola Commerciale di Treviglio.

A **Venezia** intervennero:

Conte Grimani, *Sindaco di Venezia*. — Cav. Manetti, *in rappresentanza del Prefetto*. — *Vice Ammiraglio* Garelli, *Comandante del III° Dipartimento marittimo*. — *S. E.* Tivaroni, *Primo Presidente della Corte d'Appello*. — *Senatori* Molmenti, Tecchio, Veronese. — *Deputati* Foscari, Fradeletto. — Castiglione, *per la Deputazione Provinciale di Milano*. — Menozzi, *per la Giunta Comunale di Milano*. — Alzona, *per la Camera di Commercio di Milano*. — Diena, *Presidente del Consiglio Provinciale di Venezia*. — Berna, *Presidente della Deputazione Provinciale di Venezia*. — Meneghelli, *Presidente della Camera di Commercio di Venezia*. — Bordiga, *Presidente del Collegio Veneto degli Ingegneri*. — Suppiei, *Presidente del Museo Commerciale di Venezia*. — Pellegrini, *Direttore del Museo Commerciale di Venezia*. — Ravà, *per la Commissione Comunale per i servizi marittimi e ferroviari*. — Cucchini, *Ingegnere Capo del Genio Civile di Venezia*. — Porro, *Capo Compartimento delle Ferrovie dello Stato*. — D'Henry, *Comandante del Porto di Venezia*. — Lauriel, *Direttore della Dogana*. — Millosevich, *Presidente della Sezione di Venezia dell'Unione Commerciale ed Industriale*. — *Comandante* Fenzi. — D'Ambrosio, *per il Comune di Mestre*. — Papete, *per la Deputazione Provinciale di Padova*. — Picco, *per il Comune di Udine* e molti deputati provinciali, assessori, consiglieri provinciali e comunali ecc.

Aderirono per telegramma:

Senatore Salmoiraghi, Presidente della Camera di Commercio di Milano: Dolente che impegni imprescindibili mi impediscano riapplaudire onorevole Bignami conferenziere costì pregai mio collega commendatore Alzona rappresentare Camera alla conferenza. Auguro che il grande consenso che si manifesterà pure costì all'opera desiderata dia forza a risolvere tutte le difficoltà che ancora incontra concessione chiesta Camera Commercio Milano.

Deputato Romanin Jacur: Riconoscentissimo cortese invito poichè doveri parlamentari impediscono mi assistere domani conferenza onorevole Bignami, pregola considerarmi presente con tutto il cuore sicuro che dotta parola valoroso oratore confermerà nei Veneziani persuasione che grande linea navigabile Venezia-Milano gioverà interessi generali Italia nostra e affretterà quel grande avvenire economico commerciale che la Regina dell'Adriatico deve indubbiamente raggiungere.

Deputato Orsi: Assente doveri ufficio pregola esprimere collega Bignami mio plauso cordiale per magnifica propaganda sommo interesse veneziano e nazionale.

Deputato Valvassori Peroni: Mentre parola elevata e faconda egregio collega onorevole Bignami illustra grande problema navigazione Milano-Venezia, invio vivissima adesione.

Deputazione Provinciale di Ferrara: Delegato rappresentare Provincia Ferrara conferenza On. Ing. Bignami esprimo rammarico non potermi recare costì per inopinata indisposizione e auguro pronto felice esito tanti nobili sforzi raggiungere grande intento.

Deputato Provinciale, Avogadri.

Deputazione Provinciale di Mantova: Impedito duolmi non potere intervenire conferenza onorevole Bignami circa linea navigabile Venezia-Milano. Ringrazio cortese invito plaudendo ottima iniziativa.

Finzi, Presidente Deputazione Provinciale.

Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano: Collegio ingegneri e architetti Milano riunito assemblea invia caldo cordiale saluto colleghi Venezia, fa voti che progetto linea navigabile trovi pronta attuazione per cura Governo, iniziativa enti interessati, volere concorde popolazione, appoggio sodalizi tecnici, per intrecciare più intimi legami città sorelle rifiorimento valle padana per affermazione alta vera traffico sul mare, che fu già sacro glorie veneziane, vuole essere campo vittorie nuova Italia.

Presidente Mazzocchi.

On. Marcello. — Sindaco di Vicenza. — Sindaco di Verona. — Sindaco di Mantova. — Presidente della Camera di Commercio di Lodi. — Deputazione Provinciale di Verona. — Comitati ed associazioni diverse.

Fig. 1. — *La laguna di Venezia*

Conferenza dell' On. Ing. PAOLO BIGNAMI

Altezza Reale, Signore e Signori!

Per merito ed azione prima di alcuni isolati apostoli, mirabili per tenacia ed entusiasmo, poi di autorevoli Commissioni, del Governo e del Parlamento, il problema della navigazione interna è notoriamente assurto anche in Italia, da qualche anno, alla dignità di grande problema di interesse nazionale.

Non valsero, sull'inizio, lo scetticismo di parte del pubblico, nè la preoccupazione delle difficoltà da superare, coi conseguenti oneri finanziari, ad arrestare il forte proposito di dotare di grandi linee di navigazione quelle parti del nostro paese, che ne sono suscettibili; l'esame dei risultati raggiunti dalle altre nazioni e di quanto è possibile fare anche da noi ha trionfato, sicchè, ottenuti

prima i necessari ed invocati provvedimenti legislativi, ora diversi Comitati, sorti dove più è conveniente attuare linee di navigazione interna, stanno compilando progetti di sistemazione dei corsi d'acqua esistenti e di apertura di nuovi canali, nell'intento di applicare la provvida legge del 2 gennaio 1910 e così, fondendo l'azione dello Stato con quella degli Enti locali, meglio armare, nella concorrenza mondiale della produzione, le nostre industrie e i nostri commerci di mezzi di trasporto i più economici possibili.

Tra le diverse parti d'Italia quella che può essere meglio dotata di una grande rete di navigazione interna è certo la valle padana e in essa la linea che avrà un'importanza superiore a tutte le altre sarà, per unanime consenso, la linea destinata a congiungere Milano a Venezia in modo da poter per essa stabilire importanti correnti di trasporto di merci dal mare alla nostra città e più intimamente collegare fra loro la Lombardia, il Veneto, l'Emilia e la Romagna. Poichè, se già ora è possibile recarsi per via d'acqua da Milano a Venezia, non è certo conveniente, dati gli altri mezzi moderni di comunicazione, di seguire tale via per trasportare, dall'una all'altra città, importanti quantità di merci, sicchè è necessario provvedere a stabilire una linea navigabile che, nei limiti di una ragionevole spesa, possa dar vita a nuovi notevoli traffici.

È noto che, a compilare il progetto di questa linea, è stato nominato dai Consigli delle Provincie, Comuni e Camere di Commercio di Milano e Venezia, un apposito Comitato (1), che, terminati i necessari studi, ha presentato, nel-

---

(1) Il Comitato promotore della linea navigabile da Milano a Venezia è così costituito:

PRESIDENZA: **Carmine** On. Ing. **Pietro,** Presidente del Consiglio Provinciale di Milano, *Presidente.* — **Grimani** Conte **Filippo,** Sindaco di Venezia, *Vice-Presidente.* — **Greppi** Nob. **Emanuele,** Sindaco di Milano, *Vice-Presidente.* — **Salmoiraghi** On. Ing. **Angelo,** Presidente della Commissione Economico-Finanziaria. — **Romanin Jacur** On. Ing. **Leone,** Presidente della Commissione tecnica. — **Piola Daverio** Ing. **Piero,** *Segretario Generale.*

COMMISSIONE ECONOMICO-FINANZIARIA: **Salmoiraghi** On. Ing. **Angelo,** *Presidente.* — **Bertolini** On. Prof. **Pietro** — **Cerutti** Avv. **Giuseppe** (ora defunto, sostituito col Comm. **Berna Pietro**) — **Gabba** Avv. Prof. **Bassano** — **Manusardi** Avv. **Paolo** — **Ratti** [**Carlo** — **Tarlarini** Ing. **Carlo.**

COMMISSIONE TECNICA: **Romanin Jacur** On. Ing. **Leone,** *Presidente.* — **Cucchini** Ing. **Erminio** — **Fantoli** Ing. Prof. **Gaudenzio** — **Piola Daverio** Ing. **Piero** — [**Ravà** Ing. **Raimondo.**

Fanno pure parte del Comitato i seguenti Membri: **Diena** Avv. **Adriano,** Presidente del Consiglio Provinciale di Venezia — **Suppiej Giorgio** (ora scaduto dall'ufficio di Presidente della Camera di Commercio di Venezia, sostituito coll'attuale Presidente Dott. **Vittorio Meneghelli**) — **Baroni** Prof. Ing. **Mario** — **Castiglione** Ing. **Antonio** — **Errera Paolo** — **Pelleri** Ing. **Italo** — **Stucky** Ing. **Giancarlo.** — *Segretario d'Ufficio*: Dott. **Mario Beretta.**

Il Comitato nella compilazione del progetto venne coadiuvato dall'opera del Comm. Ing. *Edoardo Sassi*, Ingegnere Capo dell'Ufficio del Genio Civile di Milano e del Cav. Ing. *Nestore Andruzzi*, Ingegnere di prima classe del Genio Civile: gli studi inerenti al progetto vennero compiuti, sotto la direzione della Commissione Tecnica, dagli Ingegneri *Mario Maiocchi*, *Antonio Pedinelli* e *Giulio Villa*: la proposta di massima, per il tronco Po-Brondolo, è stata fatta dal Cav. Ing. *Antonio Barcelloni*, Ingegnere Capo del Genio Civile.

l'aprile scorso, il progetto richiesto, base della domanda di concessione stata, con encomiabile sollecitudine, rivolta subito al Governo dalla benemerita nostra Camera di Commercio, col plauso e l'appoggio di tutti gli altri Enti che avevano concorso nella nomina di quel Comitato, ed ai quali la legge non avrebbe consentito eguale libertà d'iniziative e celerità nelle pratiche necessarie.

Esporre le linee principali di quel progetto, richiamare l'attenzione su alcuni suoi notevoli particolari e dimostrare l'esiguità dell'onere a carico dei contribuenti, in confronto dei vantaggi legittimamente attendibili dalla nuova linea di comunicazione, che vogliamo attuare, è — per cortese invito del Presidente del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano — gradito compito mio, che assolverò il più brevemente che mi sarà possibile e partendo da considerazioni di carattere generale sulle industrie dei trasporti in genere, sulla funzione che in esse è riservata alla navigazione interna e sui risultati ottenuti da altre nazioni, affinchè per la visione complessiva del problema sia ad ognuno più facile comprendere la ragione, l'importanza e la portata delle nuove grandiose opere, che speriamo e ci proponiamo di vedere eseguite il più presto possibile.

***

Tutti i paesi civili rivolgono speciali cure a moltiplicare le linee ed i mezzi di comunicazione, tanto delle idee, quanto delle persone e delle merci, colla giusta percezione che il mezzo più efficace per gli Enti pubblici di giovare all'economia delle diverse regioni è quello di favorire i trasporti a distanza, perchè questi in qualunque produzione economica dell'uomo, la quale può essere sempre concepita come un trasporto nello spazio, costituiscono uno degli elementi, che hanno maggiore influenza sulle condizioni morali e materiali dei popoli e per i quali l'azione della collettività può tornare più utile alle iniziative dei singoli.

Per tale concetto grande parte dell'attività dell'uomo si è estrinsecata nel coprire il globo di reti di comunicazione, che egli ha saputo usare, adattare, intensificare, estendere o creare con caratteristiche diverse, secondo lo scopo per il quale se ne voleva servire. E così, ad esempio, per il trasporto del pensiero, è ormai fitta la rete delle comunicazioni telegrafiche e telefoniche, che, indipendenti dalle condizioni del terreno, costringono nel piccolo filo l'idea a varcare spazî immensi in brevissimo tempo, ad una velocità, che è perfino difficilmente concepibile dalla mente umana: a queste comunicazioni — ora notoriamente fatte anche senza filo, che ne congiunga gli estremi — l'uomo domanda e ne ottiene la massima rapidità: per esse la spesa di trasmissione ha un'importanza quasi secondaria, poichè una sola breve notizia o un solo ordine deve, per la massima sua utilità, prima di tutto giungere subito e poco importa, molte volte, se viene a costare magari anche qualche centinaio di lire.

Per le persone invece e per quelle merci, che sono di alto valore o che in un lungo tempo per il trasporto possono andar soggette ad alterazione, è necessaria anzi tutto la precisione della comunicazione e quindi la sicurezza,

congiunta colla massima possibile velocità, la quale è sempre però, si può in pratica dire, infinitamente piccola in confronto di quella dell'elettricità: tali vie di comunicazione, costituite dalle ferrovie e dalle strade ordinarie, non sono più completamente indipendenti dalle condizioni del suolo.

Finalmente per le merci così dette povere, o ingombranti e cioè di grande peso e volume in confronto al valore unitario, le vie migliori sono esclusivamente quelle in cui la spesa per tonnellata di merce e per chilometro percorso si riduce al minimo possibile: poco per esse importa la prontezza dell'arrivo: invece per esse la frazione di centesimo di lira per tonnellata-chilometro è di capitale momento, sicchè il basso costo del trasporto ha qui la stessa importanza della grande rapidità nella trasmissione del pensiero, l'uno e l'altra ricercati con eguale cura dall'uomo, perchè ne ritrae pari utilità. Le vie di comunicazione che meglio rispondono a tale scopo sono, oltre quella del mare, largita dalla natura e percorsa da antichissimo tempo, i fiumi, spesso migliorati per opera dell'uomo nelle loro condizioni di navigabilità, ed i canali artificiali: queste linee, dette di navigazione interna, sono strettamente legate alle condizioni idrauliche delle regioni e quindi del suolo in cui si trovano.

La ragione del basso costo dei trasporti fatti colla navigazione risiede nella possibilità di usare di barche di grandissima capacità, nella piccola resistenza al movimento dei corpi immersi nell'acqua e nell'alta percentuale del peso della merce trasportata a pieno carico in confronto al peso del mezzo di trasporto.

Quando si pensa che la capacità di una sola barca può equivalere a quella complessiva di qualche treno ferroviario per merci, che la resistenza da superare per muovere un galleggiante nell'acqua, quando non si tratta di vincere una notevole corrente contraria, si riduce ad una piccola frazione di quella necessaria per trainare lo stesso peso sulle rotaie delle linee ferroviarie, e che è ben maggiore il rapporto tra il peso di merce trasportata da una barca a pieno carico e la barca stessa di quello che possa essere analogo rapporto per un treno carico della stessa merce, si comprende il basso costo delle comunicazioni che vengono attuate dalla navigazione. Naturalmente l'economia realizzabile, oltre che dai altri elementi quali la potenzialità e perfezione dei mezzi di carico e scarico, dipende specie dalla lunghezza del viaggio che la merce deve fare e dalle condizioni delle vie d'acqua, che si possono percorrere: per tali ragioni la navigazione interna è specialmente utile per i lunghi percorsi e dove esistono vie d'acqua che permettono l'uso di grandi natanti, potendosi ritenere (1) che, in massima, la graduatoria delle vie d'acqua a seconda del costo ascendente per tonnellata-chilometro, sia così formata: prima il mare, poi i grandi fiumi a piccola velocità, in seguito i canali di grandi dimensioni, i fiumi a grande corrente, da ultimo i canali di piccole dimensioni.

Per dare un'idea dell'ordine di grandezza della cifra di risparmio nei tra-

---

(1) Vedasi « La navigazione interna in Italia e all'Estero » del *Prof. Ing. Carlo Valentini* - Zanichelli, Bologna.

sporti colla navigazione interna in confronto agli stessi trasporti colle ferrovie, basti citare il fatto che dai più competenti tecnici nel 1895 si riteneva che allora in Germania i primi costassero in media circa 1,6 centesimi di lira meno dei secondi per tonnellata-chilometro, onde ne risultava un rilevantissimo vantaggio a quella nazione per i 7,5 miliardi di tonnellate-chilometro fatti allora annualmente in media dalle merci trasportate a basso prezzo colla navigazione interna, anche tenuto conto delle spese per manutenzione, interesse e ammortamento delle opere eseguite.

Le merci, che più specialmente si servono della navigazione interna e che alla loro volta naturalmente hanno determinato, dove era possibile, un più grande sviluppo delle linee di navigazione, sono i minerali e specialmente il carbone, i laterizi ed i materiali da costruzione in genere, molti dei prodotti agricoli o che servono all'agricoltura, i legnami ecc., le quali merci tutte occorrono in notevole copia all'uomo e specie alle grandi industrie moderne. Il prezzo di queste merci è spesso dato per la massima parte dalla spesa del trasporto: il carbone ad esempio costa in miniera, in Inghilterra, circa la decima parte che non in Italia. Per esse è il costo unitario di trasporto che spesso ne permette o meno l'uso a grandi distanze nei diversi centri di impiego e di consumo e in ogni caso ne determina il maggiore o minore prezzo, sicchè in genere si possono ritenere ben favorite dalla natura quelle nazioni che sono dotate o hanno potuto essere poste in condizioni di usufruire di comunicazioni a buon mercato e cioè per vie d'acqua.

La velocità che si raggiunge colle linee ferroviarie, le forti somme da queste già assorbite per i relativi impianti e il timore di concorrenza produssero, al primo notevole espandersi delle ferrovie, un arresto nell'utilizzazione delle vie d'acqua, ma da circa un trentennio tutte le nazioni civili hanno compreso l'utilità di rimettere in onore la navigazione interna, che, come i trasporti su strade ordinarie, era a un certo punto stata ritenuta destinata a veder diminuire la propria importanza coll'estendersi del nuovo mezzo più rapido di comunicazione. Invece ben presto si vide che, nella divisione del lavoro dei trasporti, doveva restare assegnata una notevole funzione alle vie d'acqua, che ormai si debbono ritenere vittoriose nel raggiungere i minimi costi unitari di trasporto ed alle quali pure sono riservati i vantaggi, in confronto alle ferrovie, di permettere fino a un certo limite l'uso di barche di diverse forme e capacità e molte volte anche il carico e scarico delle merci lungo tutto il percorso, meglio così decentrando le industrie nei punti dove queste possono più facilmente sorgere.

Alla navigazione interna si obbietta che essa soffre di frequenti interruzioni, in molti paesi per il ghiaccio e in tutti per la siccità e le piene dei fiumi, ma tale obbiezione, come quella della lentezza dei trasporti e del grande costo delle opere, contiene questa sola parte di vero, che cioè la navigazione interna si deve ritenere di grande utilità precisamente dove vi sono da trasportare quelle imponenti quantità di merci, che tollerano ritardi di consegna anche notevoli e lunghe durate di viaggio e dove le condizioni planimetriche ed idrologiche del suolo rendono possibili e convenienti tanto l'adattamento dei fiumi

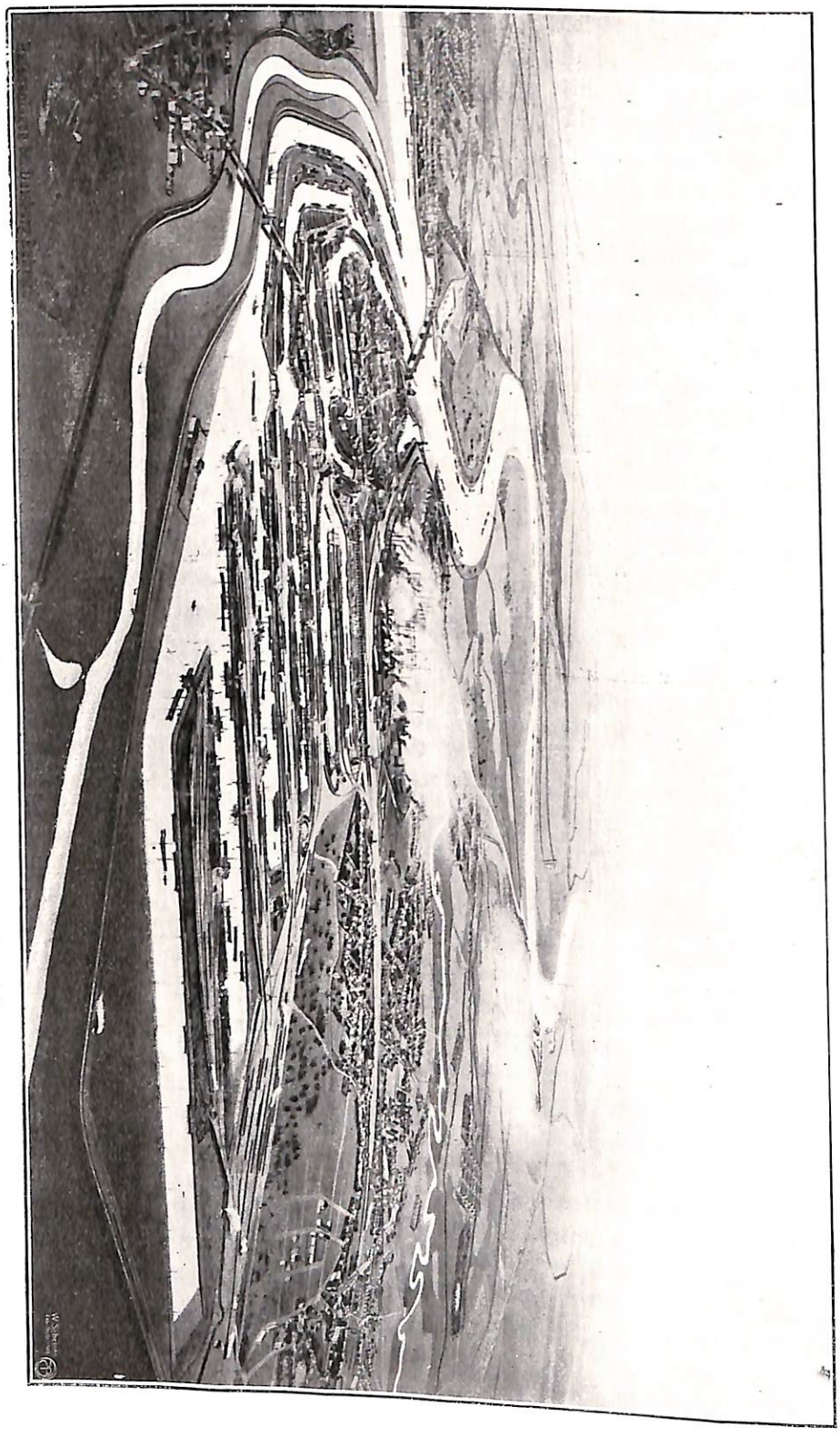


Fig. 2. — *Vista generale del porto di Ruhrort, allo sbocco della Ruhr nel Reno.*

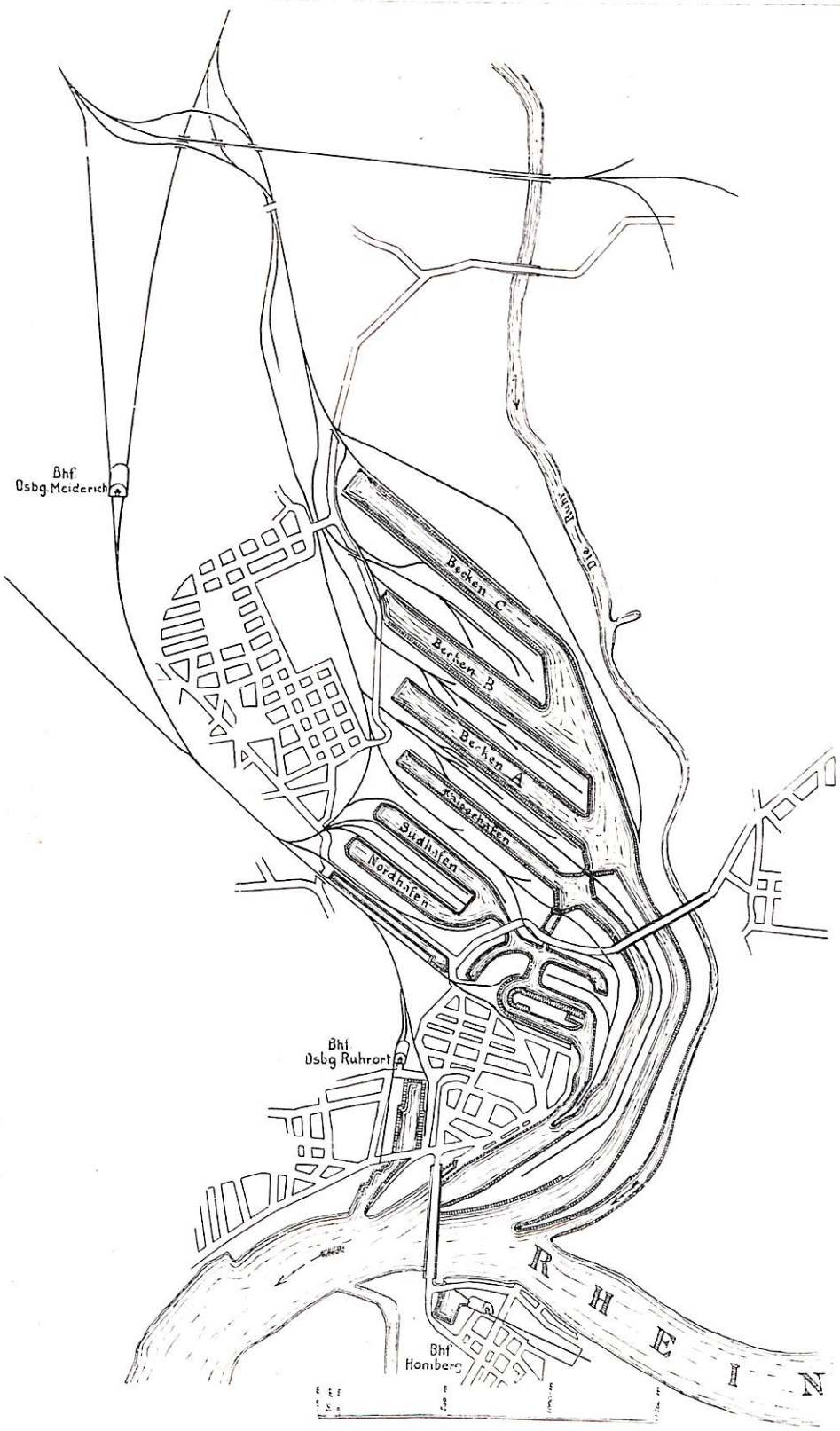


Fig. 3. — *Pianta del porto di Ruhrort*

esistenti, quanto l'apertura di nuovi canali. Del resto, contro le obbiezioni di qualsiasi genere, sta il fatto che tutti i paesi civili, nonostante il continuo estendersi e progredire dei trasporti per ferrovia, dànno il massimo possibile sviluppo alle loro linee di comunicazione per vie d'acqua e molte nazioni hanno speso somme ingenti e si preparano a spenderne altre sempre più forti per la navigazione interna, necessariamente solo perchè sono riuscite a constatarne i grandi vantaggi.

***

Lo studio dei vantaggi economici della navigazione interna nelle regioni

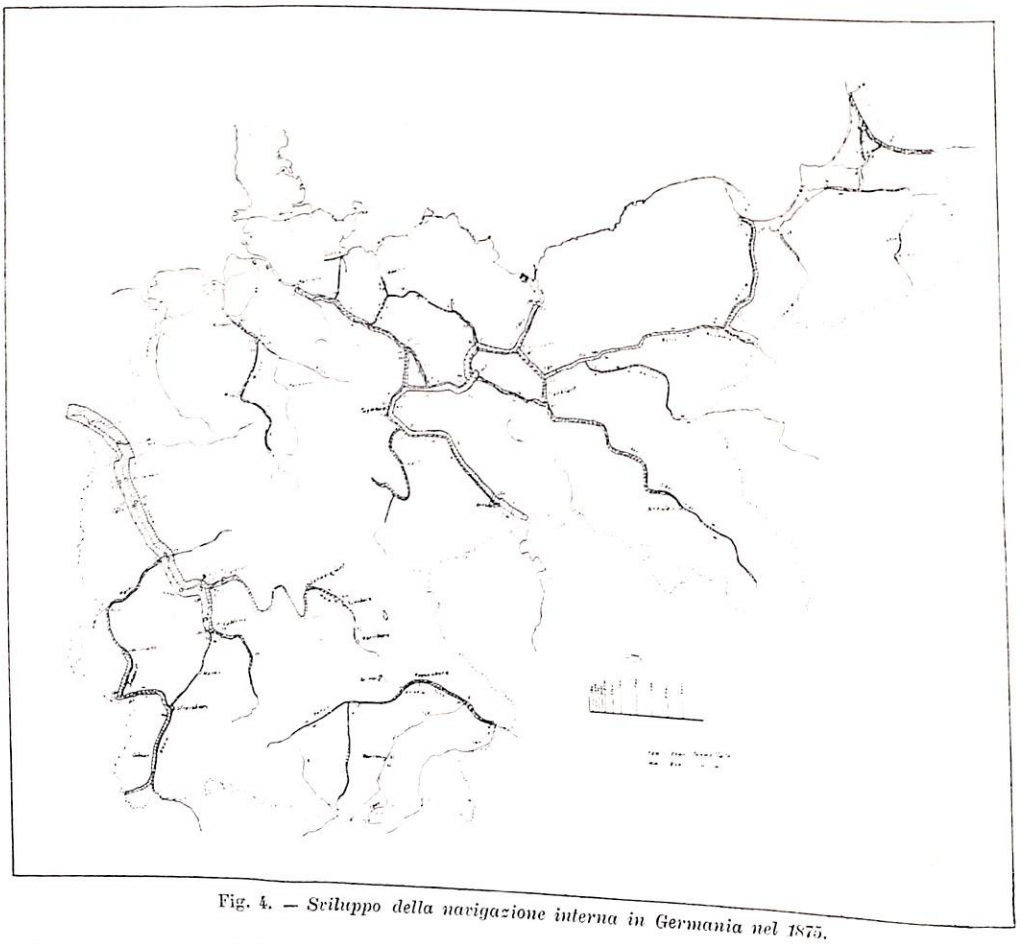


Fig. 4. — *Sviluppo della navigazione interna in Germania nel 1875.*

dove essa ha potuto, sia per le condizioni naturali, sia per opera dell'uomo, intensificarsi ed estendersi notevolmente, ci porterebbe troppo lontani dallo scopo nostro, crediamo però utile riassumere brevemente alcune importanti considerazioni svolte dall'illustre Ing. Sympher nel primo numero di quest'anno della « *Zeitschrift für Binnenschiffahrt* », sullo sviluppo della navigazione interna in Germania, dal 1875 al 1910, per dimostrare con cifre, con un eloquente gran-

dioso esempio, l'importanza del problema della navigazione interna, dove le condizioni del suo sviluppo sono favorevoli, e citare alcune deduzioni dell'autore, che devono essere tenute presenti specie da quelle nazioni che, come la nostra, si preparano a dare notevole incremento alle loro vie d'acqua.

L'autore ha riassunto in due carte le condizioni del traffico per vie d'acqua in principio ed in fine del periodo considerato: da quelle carte abbiamo dedotte le fig. 4 e 5, in cui la larghezza delle striscie, che seguono l'andamento dei fiumi, è proporzionale, nella stessa scala, al numero di tonnellate di merci che vi passarono su barche in ascesa e discesa rispettivamente nel 1875 e nel 1910: l'enorme aumento dei trasporti per vie d'acqua in Germania, dal 1875 al 1910 vi è dimostrato in modo così chiaro che non ha bisogno di commenti.

Fig. 5. — *Sviluppo della navigazione interna in Germania nel 1910.*

mentre invece la lunghezza delle vie si è mantenuta quasi costante, poichè, possiamo precisare, ai 350 Km. circa aggiunti ai 13.000 Km. allora esistenti, fanno riscontro circa altrettanti chilometri di vie d'acqua che hanno perduto completamente ogni importanza: i dati riportati dall'autore si riferiscono però solo a circa Km. 10.000 delle più importanti vie d'acqua.

Poche considerazioni bastano ad illustrare i due diagrammi che qui riportiamo nelle fig. 6 e 7, sullo sviluppo del trasporto complessivo delle merci,

in miliardi di tonnellate-chilometri, e del trasporto medio chilometrico, in milioni di tonnellate, colla navigazione interna e colle ferrovie in Germania ed in Francia nel 1875 e 1910. Il trasporto complessivo delle merci colla navigazione interna in Germania diventa, nei 35 anni considerati, circa sei volte

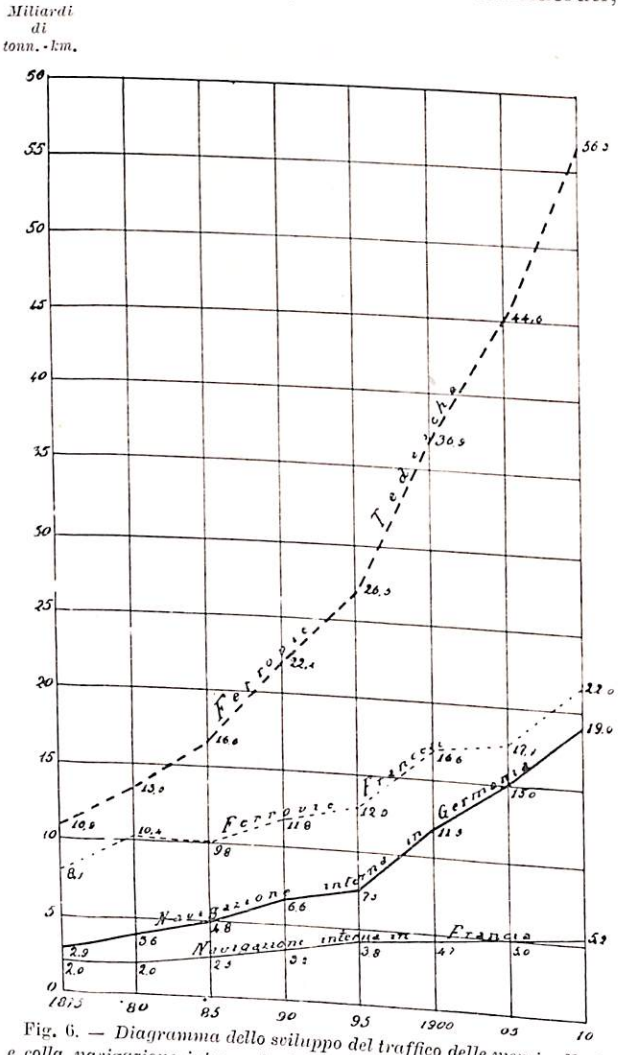


Fig. 6. — *Diagramma dello sviluppo del traffico delle merci colle ferrovie e colla navigazione interna in Germania e in Francia dal 1875 al 1910.*

e mezza quello iniziale: aggiungasi che la distanza media di trasporto si mantiene presso che costante poichè passa da Km. 280 a 293 (1) (in Francia da 125

(1) In Germania il quantitativo totale delle merci trasportate colla navigazione interna nel 1910 essendo stato di t. 64.750.000, ne risulta che possiamo formarci un'idea approssimativa dell'importanza che vi ha assunto il movimento delle merci su quei fiumi e canali, pensando che, se supponiamo che le merci trasportate abbiano un peso specifico medio uguale ad uno, ossia uguale a quello dell'acqua, tale movimento equivale al trasporto di merci aventi un volume complessivo di un cubo di circa 400 metri di lato, ad una distanza media di km. 293, ossia portate ad una distanza di 28 chilometri maggiore di quella che separa per ferrovia Venezia da Milano.

a 150). I diagrammi dimostrano che lo sviluppo della navigazione non ha ostacolato l'incremento notevolissimo dei trasporti per ferrovia, anzi lo deve certo aver facilitato in modo indiretto e cioè per l'impulso dato alle industrie ed ai commerci. Nelle considerazioni intuitive, che vengono suggerite dai due diagrammi riportati occorre tener presente, che, mentre la lunghezza delle vie d'acqua si è conservata quasi costante, le linee ferroviarie in Germania, dalla lunghezza complessiva di Km. 26.500, sono passate in 35 anni a quella di

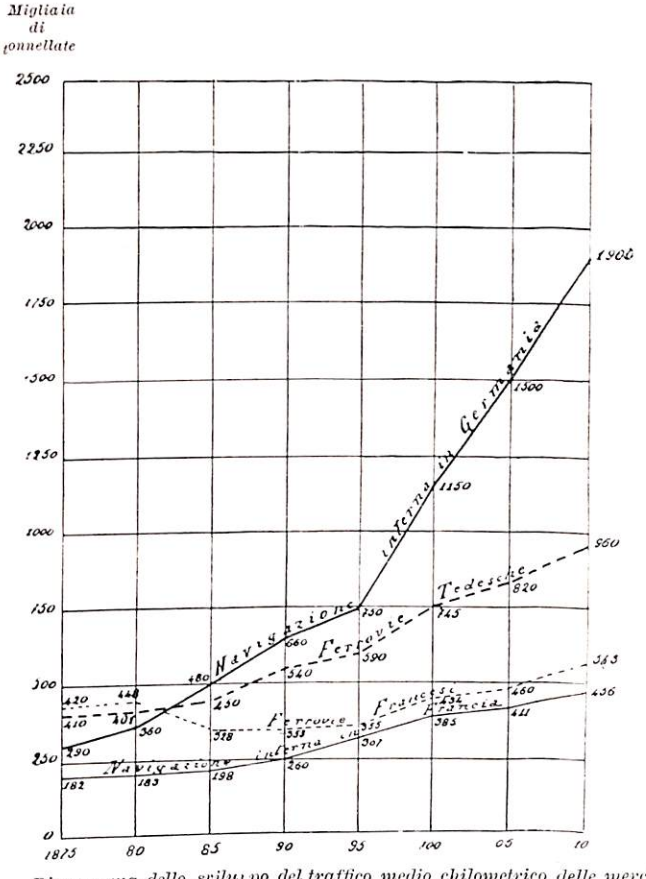


Fig. 7. — *Diagramma dello sviluppo del traffico medio chilometrico delle merci colle ferrovie e colla navigazione interna in Germania e in Francia dal 1875 al 1910.*

Km. 58.6000, per la costruzione di nuove linee, molte delle quali di importanza secondaria: le forti spese sopportate per la navigazione interna vennero invece fatte specie per aumentare la potenzialità delle vie d'acqua esistenti, anzi si deve aggiungere che le più utili furono quelle delle grandi opere concernenti i maggiori fiumi o nuovi grandi canali.

Coi dati desunti dall'articolo dell'Ing. Sympher abbiamo tracciato il diagramma della fig. 8, il quale dimostra che le linee delle percentuali dei traffici esercitati dalla navigazione interna in Germania e in Francia per rapporto ai traffici totali esercitati dalle ferrovie e dalla navigazione interna, sono linee di tenue ed incerta oscillazione, con tendenza però per la Germania

a salire negli ultimi anni, invece per la Francia con tendenza a scendere: questi diagrammi dimostrano intuitivamente che la navigazione interna mantiene

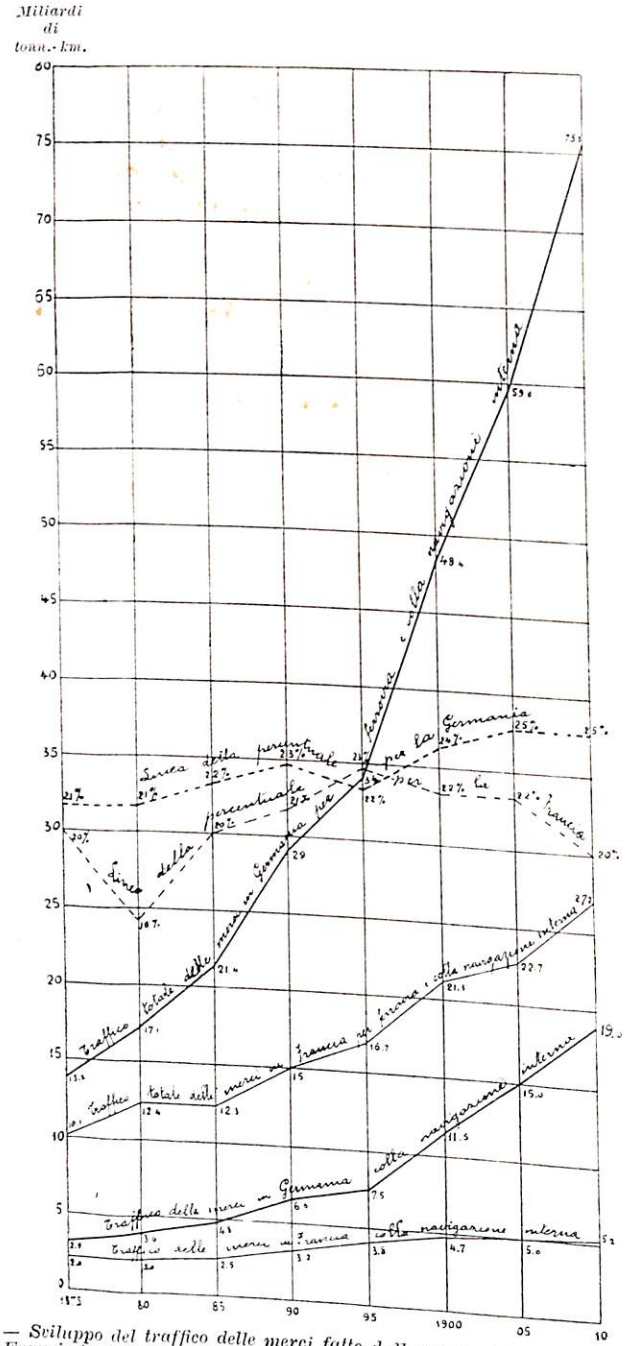


Fig. 8. — *Sviluppo del traffico delle merci fatto dalla navigazione interna in Germania ed in Francia in rapporto al traffico totale fatto dalla navigazione interna e dalle ferrovie.*
NB. La scala per le linee delle percentuali è di 3 mm. per ogni uno per cento.

assai più in Germania che non in Francia il suo posto nel continuo incremento dei traffici e ciò specie per la maggiore potenzialità delle linee tedesche in confronto a quelle francesi.

Le piccole vie di navigazione in Germania hanno un traffico o stazionario o decrescente: anche il numero delle barche di tonnellaggio inferiore alle 150 t. è in diminuzione, mentre invece un incremento notevolissimo si verifica nel numero dei grandi natanti, tanto che il tonnellaggio medio delle barche passò dalle 80 t., nel 1877, alle 250 nel 1907.

Quale sia stato in Germania l'incremento dei grandi natanti dal 1877 al 1907 risulta dalla seguente tabella, compilata sempre sulle cifre riportate dall'Ingegnere Sympher:

Confronto fra il numero delle barche tedesche di un tonnellaggio superiore alle 250 tonnellate, negli anni 1877 e 1907, sui seguenti fiumi:

ANNO 1877

FIUME	NUMERO DELLE BARCHE DI TONNELLATE:				
	800 - 700	700 - 600	600 - 400	400 - 250	Totale
ODER	—	—	—	—	—
ELBA	—	—	21 (1)	191	212
WESER.	—	—	1 (2)	29	30
RENO	2	18	95	286	401
Totale N.	2	18	117	506	643

ANNO 1907

FIUME	NUMERO DELLE BARCHE DI TONNELLATE:						
	3853	3853-1600	1600-1000	1000-600	600-400	400-250	Totale
ODER.	—	—	—	5 (3)	417	999	1421
ELBA.	—	—	48 (4)	615	1029	1068	2760
WESER	—	—	—	72 (5)	97	110	279
RENO.	1	123	553	534	263	666	2140
Totale N.	1	123	601	1226	1806	2843	6600

Come si vede il numero delle barche di tonnellaggio superiore alle 250 t. è diventato più che decuplo: le barche al di sopra delle 600 t. sono aumentate da 20 a 1951!

(1) Massimo 500 t. — (2) Massimo 500 t. — (3) Massimo 800 t. — (4) Massimo 1400 t. — (5) Massimo non indicato.

Certo nelle considerazioni su quanto è avvenuto in Germania, occorre pure non dimenticare le condizioni di eccezionale sviluppo che vi ha raggiunto la navigazione interna — poichè la Germania viene solo dopo la Russia, gli Stati Uniti e la Cina — specialmente per le grandi quantità di carbone e di minerale di ferro, che vi si trovano e che è conveniente trasportare per vie d'acqua, ma abbiamo voluto citare quelle cifre, sia perchè in Italia le condizioni attuali della navigazione interna tendono a dare un'idea troppo inferiore al vero dell'importanza della sistemazione delle vie d'acqua esistenti e della costruzione di nuovi canali per la navigazione, sia perchè ne risulta evidente la tendenza di questo mezzo di comunicazione a valersi di opere e di mezzi di dimensioni sempre maggiori, sicchè nei progetti per nuove linee navigabili occorre bene rendersi conto della necessità di non costrurre opere insufficienti al traffico che realmente tenderà a svilupparsi sulle linee stesse, per poter avere, con grandi natanti, il più basso costo di trasporto possibile e così dare un impulso veramente efficace al sorgere ed al prosperare delle industrie ed alla diminuzione dei prezzi di diversi generi di grande ed esteso consumo.

Fig. 9. — *Fiumi d'Europa.*

***

In Italia la grande vallata del Po può essere utilmente servita da una rete di linee di navigazione interna, perchè le condizioni, opportunamente migliorate, del Po e di diversi suoi affluenti possono dare libero passaggio, per una notevole parte dell'anno, a barche di grande portata e perchè le condizioni delle industrie e dei commerci, la densità delle popolazioni, la produttività del suolo, l'attuale esistenza di canali per la navigazione, permettono l'intensificarsi degli scambi di quelle merci il cui prezzo può essere riflessibilmente diminuito mediante un basso costo di trasporto. Anche qui l'importanza delle vie d'acqua esistenti andò diminuendo coll'estendersi delle ferrovie, ma certo qui pure, come è avvenuto in tutti gli altri paesi, le vie d'acqua torneranno in onore, quando opportunamente ne avremo sistemata una rete organica e rispondente alle esigenze dei nuovi traffici e degli ultimi progressi.

Ed infatti nella valle del Po si avverano, in scala naturalmente assai ridotta, quelle condizioni che, ad esempio, permisero alla navigazione di svilupparsi in tanta parte d'Europa. Se noi esaminiamo tutta quella immensa estensione del nostro continente che sta al nord dei Pirenei, all'ovest delle Alpi e più oltre al nord del Giura e dei Carpazi, fino agli Urali, vediamo che essa, all'infuori di qualche gruppo isolato di punte, ha quote che non arrivano ai 200 metri di altezza sul livello del mare, che in essa si trovano imponenti fiumi che possono essere quasi sempre fra loro collegati da canali artificiali in buone condizioni di navigazione, che vi sono industriose popolazioni e comprendiamo i motivi del continuo perfezionamento della rete di navigazione interna che copre tanta parte d'Europa. Certo le condizioni naturali di pendenza, di fondale e di lunghezza dei maggiori fiumi, che solcano tutto quel territorio, e specie del Volga e di alcuni tratti dell'Elba e del Reno, erano già prima dell'esecuzione di qualunque lavoro od opera, più vantaggiose di quelle del nostro Po, che è così piccolo in confronto a quei corsi d'acqua, ma occorre pensare che, se le condizioni del Po non saranno mai, nel loro complesso, confrontabili con quelle di quei fiumi in vicinanza della foce, esse sono però analoghe a quelle in cui si trovano alcuni dei tratti di quegli stessi fiumi lontani dalla foce, pure diventati attualmente vie importantissime di navigazione interna: esse poi sono certo migliori di quelle naturali del Rodano, del Weser e dell'Oder, largamente usati per la navigazione fluviale.

Nei riguardi della pendenza, richiamiamo qui l'attenzione sulla fig. 10 che segna i profili schematici di diversi fiumi d'Europa e dalla quale possiamo formarci un'idea approssimativa, per rapporto alle condizioni naturali, anche del grado relativo di importanza tra ciò che potrà essere la navigazione nei diversi tratti del Po in confronto a quella che è in tanti altri tratti dei maggiori fiumi d'Europa: da essa si rileva come le condizioni di pendenza e quindi di velocità dell'acqua nel Po, per il tratto compreso fra la sua foce e la confluenza del Ticino (Km. 425), siano analoghe a quelle del Reno, fino a monte di Colonia, e a quelle dell'Elba, fino a monte di Magdeburgo, tratti questi di fiumi notoriamente percorsi da traffico intensissimo.

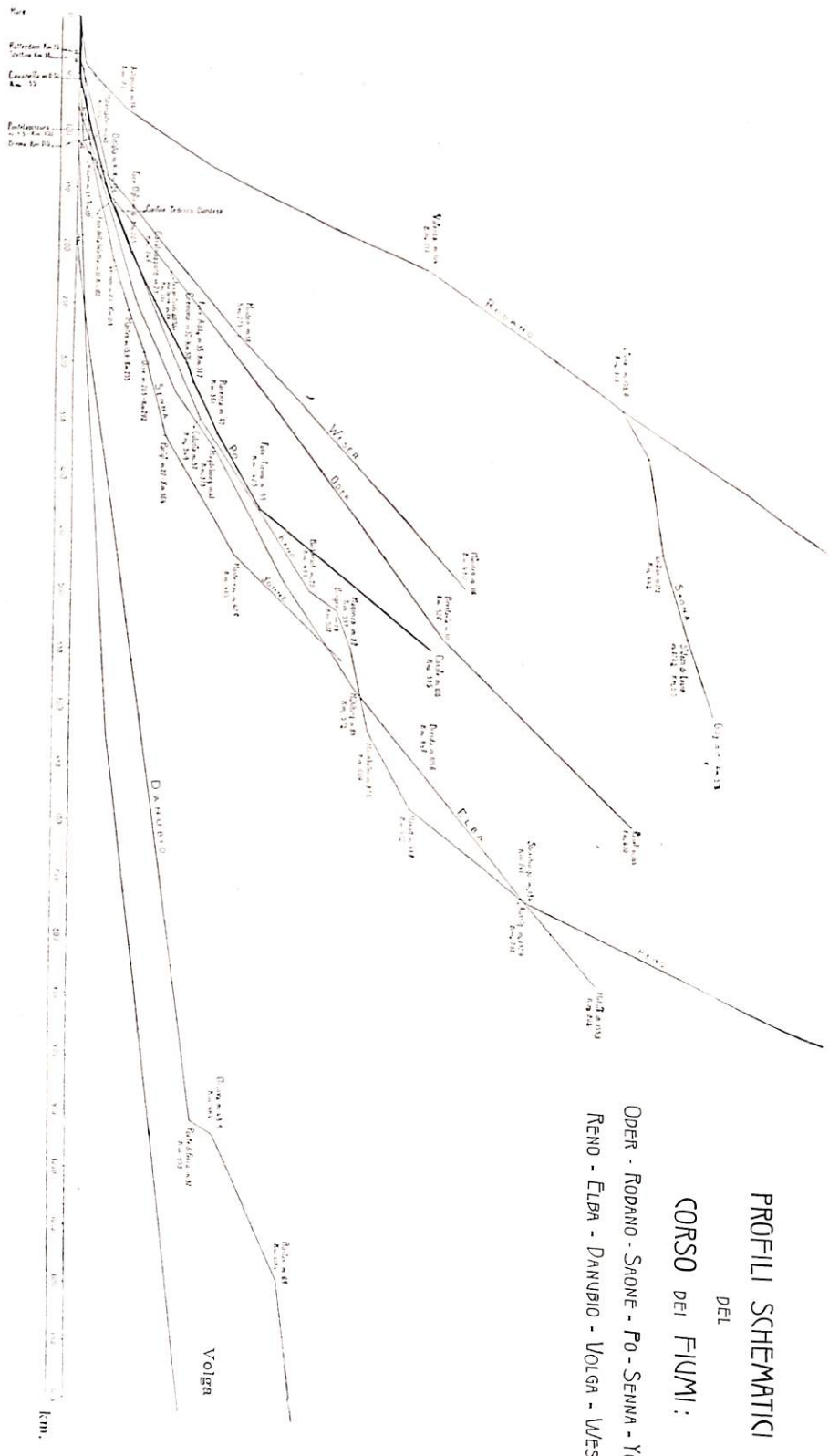

PROFILI SCHEMATICI
DEL
CORSO DEI FIUMI:
ODER - RODANO - SAONE - PO - SENNA - YONNE
RENO - ELBA - DANUBIO - VOLGA - WESER
Volga
km.

Fig. 10.

Ora le condizioni della vallata del Po e le distanze fra i maggiori centri della nostra ridente pianura sono elementi che ci persuadono completamente dell'opportunità di intensificarvi quanto più è possibile la navigazione interna. Se sul delta positivo del Po non è conveniente far sorgere un grande porto, dal basso Po è però facilmente raggiungibile per vie d'acqua, opportunamente sistemate, il porto e la grande città di Venezia, di dove le merci provenienti dal mare possono giungere ai maggiori centri della valle padana o dove possono da questi essere trasportate, percorrendo distanze notevoli, per le quali la navigazione interna già può fare una forte economia sui trasporti ferroviari. Se si pensa che, come venne più sopra riportato, le distanze medie dei trasporti per vie d'acqua sono in Germania di 293 Km. e in Francia di 150, e che la distanza, che separa Venezia da tanti centri importanti lungo il Po, si avvicina od è superiore a quelle cifre si vede quale grande raggio di azione può avere intorno a Venezia la navigazione interna.

Brevemente si può dire che, se in complesso tutta l'Italia non si trova per la navigazione interna in condizioni paragonabili a quelle di molti paesi esteri, però in essa una parte, e precisamente la valle padana, può reggere il confronto con alcune parti d'Europa, dove le vie d'acqua hanno raggiunto un grado rilevante di sviluppo.

Si tratta quindi di vedere con quali direttive sia conveniente procedere nelle nuove opere che si rendono necessarie per dar vita anche da noi ad una navigazione interna che efficacemente contribuisca al progresso economico delle popolazioni. Queste direttive vennero già determinate dalle due Commissioni ministeriali state nominate nel 1900 e 1903 e vennero fissate in modo da permettere, come si usa all'estero, la massima utilizzazione possibile dei corsi d'acqua esistenti, opportunamente regolarizzati nei loro alvei di magra con opere di carattere stabile e con dragaggi, ricorrendo a nuovi canali solo dove la sistemazione di quelli esistenti non sarà possibile o conveniente.

La linea navigabile da Milano a Venezia, per parere di quelle Commissioni, deve essere per natanti massimi da 600 tonnellate: questi natanti, come sull'Elba, hanno una lunghezza di circa m. 65, una larghezza di m. 8 e pescano in carico al massimo m. 1,75: per essi in fiumi sufficientemente larghi basta il fondale di m. 2, mentre in canali è conveniente il fondale di circa m. 2,50. L'opportunità, basata sui calcoli e sull'esempio di altre nazioni, di dare alle linee d'acqua modo di lasciare libero il transito ai maggiori possibili natanti e l'essere il Po in condizioni tali di corrente, curve e fondali che con spese non eccessive può essere ridotto e tenuto con alveo tale da permettere sempre, per la parte di percorso necessaria, il transito a natanti di quel tonnellaggio, hanno suggerito quella importantissima caratteristica della nuova linea. Se si nota che la Germania sta completando le sue più importanti linee di navigazione interna in modo da dare sempre passaggio a natanti di quel tonnellaggio, che la nuova linea avrà una lunghezza notevolmente superiore alla media dei trasporti per via d'acqua in Germania e si tengono presenti gli esempi di altre nazioni e l'importanza di unire grandi centri commerciali e specie Milano e Venezia e di congiungere Milano, e quindi i suoi stabilimenti

industriali, al mare, si comprendono (1) senz'altro i criteri di quella scelta, criteri che trovarono la loro piena conferma in calcoli precisi istituiti poi sul progetto definitivo.

Determinata la potenzialità della linea, si dovevano ad essa subordinare le nuove opere da eseguirsi e quindi prima di tutto precisare in massima il tracciato: si doveva seguire l'attuale via della comunicazione d'acqua tra Milano e Venezia oppure in parte modificarla? Le condizioni di fondale del Po a monte di Castelnuovo Bocca d'Adda e specie a monte di Piacenza e l'opportunità di raggiungere da Milano la confluenza dell'Adda in Po con percorso più breve di circa 80 chilometri dell'attuale, passando da Lodi invece che seguendo l'attuale via d'acqua Milano-Pavia-Calstelnuovo Bocca d'Adda, la quale anche non è suscettibile di riduzione per natanti di 600 tonnellate, se non con forte spesa, col turbamento di grandi interessi locali e col pericolo di gravi contestazioni di carattere giuridico, consigliarono, per l'importanza stessa della nuova linea, la più radicale modificazione all'attuale via navigabile e cioè il tratto tutto nuovo Milano-Lodi-Pizzighettone-Castelnuovo Bocca d'Adda.

***

La progettata linea navigabile ha, per estremi, da una parte il costruendo porto di Milano, che sorgerà a destra della strada provinciale che va per Rogoredo a Lodi, prima di arrivare al passaggio a livello ferroviario, e precisamente vicino a Nosedo e dall'altra l'attuale porto di Venezia, al quale si stanno facendo già ora notevoli ampliamenti e maggiori se ne apporteranno collo sviluppo della navigazione interna nella valle padana. Il porto di Milano, studiato secondo un piano regolatore che ne permette futuri ampliamenti, avrà quell'estensione dello specchio d'acqua, sviluppo di banchine, attrezzatura e raccordo colle linee ferroviarie, di cui ci offrono splendidi esempi i porti di navigazione interna ultimamente costruiti all'estero.

La linea è della complessiva lunghezza di Km. 380 e si compone dei tre tratti distinti: Milano-Po, alla foce dell'Adda, della lunghezza di Km. 71; fiume Po, dalla foce dell'Adda, a Km. 2,5 a valle di Cavanella Po, della lunghezza di Km. 257, chilometraggio applicato dalle società di navigazione, come base di tariffa; Po-Venezia, della lunghezza di Km. 52 (fig. 11).

Il primo tratto risulta di due parti: il canale tutto nuovo Milano- Pizzighettone, e l'Adda da Pizzighettone alla foce, opportunamente canalizzata mediante la costruzione di tre traverse.

Il progettato canale Milano-Pizzighettone si diparte precisamente dalla località prescelta per il porto di Milano nelle vicinanze di Nosedo Chiaravallese e sbocca nell'Adda, presso Pizzighettone, dopo un percorso di Km. 52.432, che supera di meno di un chilometro la distanza in linea retta tra i due estremi, perdendo così complessivamente neppure il 2 %.

---

(1) Vedansi anche le relazioni e le discussioni del Congresso Internazionale di Filadelfia del 1912 e specialmente la relazione di P. GLAUDOT, Ingegnere di Ponti e Strade a Bruxelles.

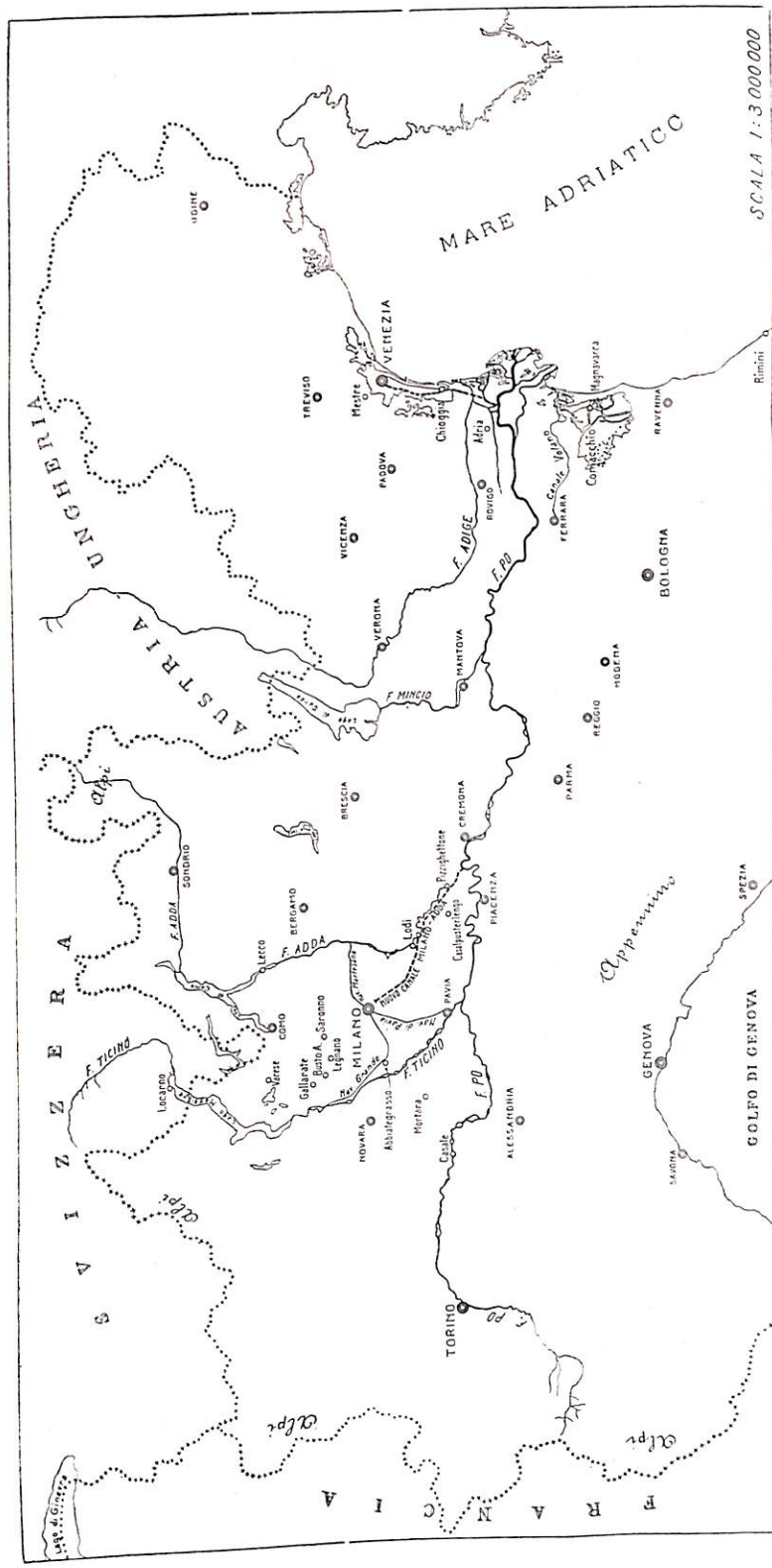


Fig. 11. — *Planimetria generale (i tratti Milano-Po e Po-Venezia della linea navigabile da Milano a Venezia sono indicati con linee tratteggiate).*

Il canale può distinguersi in due tronchi principali: un primo tronco della lunghezza di Km. 36.202, in cui il canale è esclusivamente navigabile e che va dall'inizio sin presso alla Madonna della Costa di Cavenago, ove riceve l'immissione del canale, lungo Km. 1.160, di derivazione di acqua dall'Adda a scopo industriale, e un secondo tronco della lunghezza di Km. 16.230 che va da detta immissione sino allo sbocco a Pizzighettone, e che è navigabile e industriale.

Il primo tronco comprende tre tratte con vario andamento. La prima tratta è costituita da un unico rettilineo che va dall'inizio sino a Melegnano, della lunghezza di Km. 11.588, in cui il canale scorre quasi parallelamente alla ferrovia Milano-Piacenza, lasciando alla sua destra Chiaravalle, Civesio e Viboldone, alla sinistra Mezzano e Pedriano e passando circa a 500 metri al di sotto della stazione di Melegnano.

La tratta seguente, che va da Melegnano a Lodi (incrocio colla strada provinciale Lodi-S. Angelo), della complessiva lunghezza di Km. 14.299, comprende vari rettilinei leggermente divergenti fra loro e raccordati da brevi tratti di curva. In questa tratta il canale scorre sempre al di sotto della ferrovia Milano-Piacenza, lascia alla destra Riozzo, Canegallo, a sinistra Pezzolo di Tavazzano, Bagnolo e Bottedo e sottopassa la strada provinciale Lodi-S. Angelo a circa 1200 metri al di sotto della stazione ferroviaria di Lodi.

L'ultima tratta del primo tronco, che va da Lodi a Cavenago, fino all'immissione del canale di derivazione industriale, ha la lunghezza di Chilometri 10.315 e comprende quattro rettilinei raccordati da curve. In questa tratta il canale scorre lasciando alla sua destra Cascina Olmo, Cascina de' Bolli e Caviaga e giunge presso la Madonna della Costa a circa 500 metri al di sotto di Cavenago.

Il secondo tronco Cavenago-Pizzighettone della lunghezza di Km. 16.230, dopo due brevi rettilinei raccordati da curve, assume la direzione di un unico rettilineo della lunghezza di Km. 15.000 fino a Pizzighettone, lascia alla sua destra Roteno Lodigiano, Bertonico, Castiglione d'Adda, Camairago e sbocca in Adda a Pizzighettone, a circa 300 metri a monte del ponte carrettiero.

Per vincere il rilevante dislivello esistente tra l'inizio e la fine del primo tronco di canale (circa m. 47) sono disposti lungo il percorso dieci sostegni a conca, di tipo e salto diverso a seconda della maggiore o minore pendenza del terreno attraversato e precisamente parte con bacini di risparmio (risparmio del 40 %) e con salto di m. 5,45 e parte semplici, con salto di m. 3.25, con consumo d'acqua uniforme e che sono così distribuiti:

Tre nella tratta Milano-Melegnano, tre nella tratta Melegnano-Lodi, quattro nel tronco Lodi-Cavenago, di cui gli ultimi tre raggruppati, con intermedio bacino di equilibrio, per superare il salto della costa di Cavenago (fig. 12).

Nel secondo tronco, a scopo anche industriale, sono disposti due sostegni a conca con salto di circa m. 7,75 collaterali a due centrali idroelettriche, l'una vicino a Bertonico e l'altra vicino a Pizzighettone, disposte per utilizzare l'acqua che viene derivata dall'Adda con una diga di presa alla costa di Cavenago, cui fa seguito il tronco di canale che immette nel canale principale

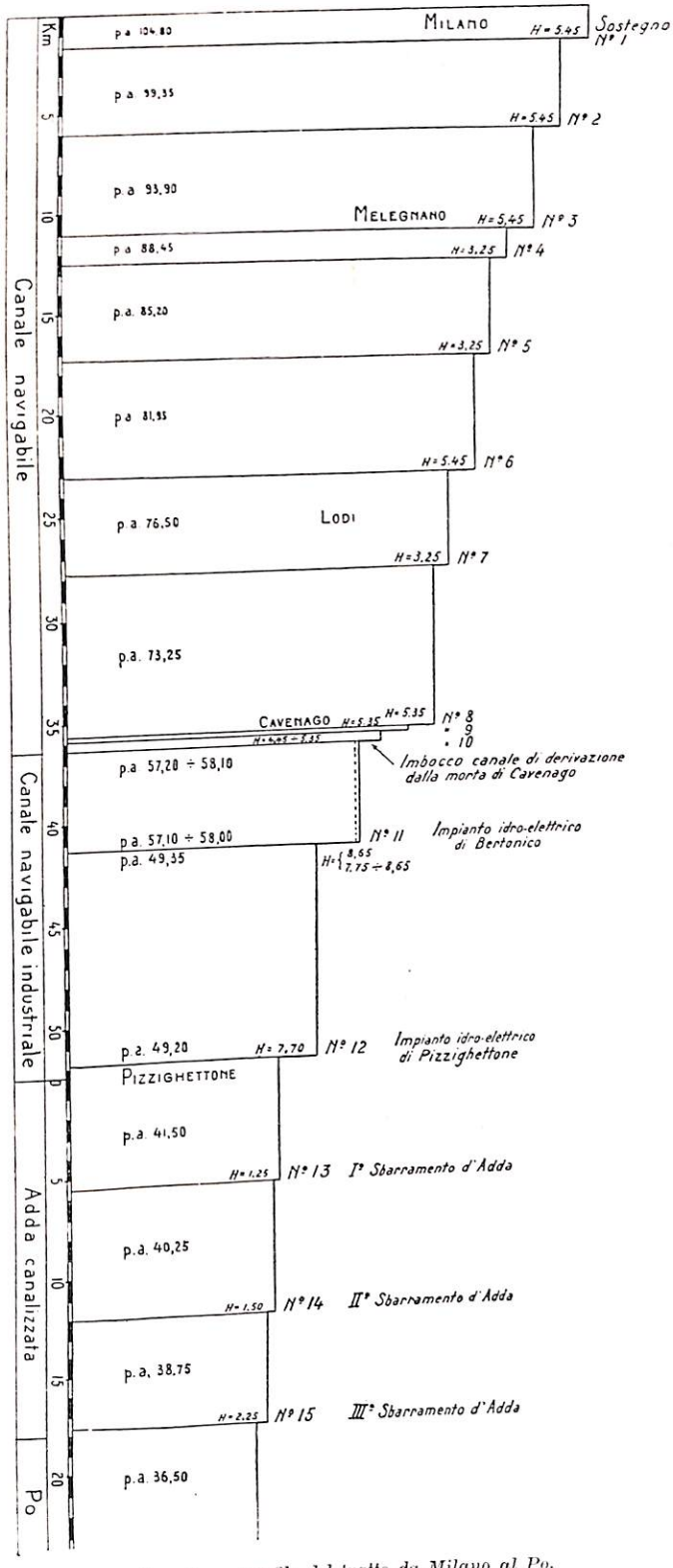


Fig. 12. — *Profilo del tratto da Milano al Po.*

presso la Madonna della Costa. La potenza effettiva ricavabile dai due impianti è di 9000 HP, durante il giorno, minore di notte in periodi di magra invernale (minimo notturno 3000 HP), utilizzandosi in tali periodi come serbatoio d'acqua, durante le ore di poco consumo di forza, il tratto di canale a monte fino alla presa, la Morta di Cavenago e il tronco d'Adda a monte della presa ivi progettata.

L'altezza del primo salto utilizzato varierà da m. 8,65 a m. 7,75, a seconda del livello d'acqua nel serbatoio della Morta di Cavenago; il secondo sarà pure variabile, a seconda del livello d'acqua nell'Adda e si aggirerà intorno ai m. 7,70: la differenza totale di livello fra il pelo dell'acqua nell'Adda, canalizzata a Pizzighettone e non in piena, e il porto di Milano, sarà di circa m. 63,30, potendosi ritenere che la quota del pelo d'acqua nel porto di Milano si avvicinerà ai m. 104,80 e quella nell'Adda varierà intorno a m. 41,50 sempre sul livello del mare; però recentissimi studi tenderebbero a dimostrare la possibilità e convenienza di abbassare di circa m. 2 il livello d'acqua nel porto di Milano.

La velocità dell'acqua nel canale navigabile tra Milano e Cavenago sarà praticamente nulla e nel canale navigabile e industriale tra Cavenago e Pizzighettone sarà di circa m. 0,50 al 1'', essendo state calcolate la sezione e la pendenza in modo da convogliare a tale velocità i mc. 60 della sua portata normale nei tratti superiori e di mc. 70, per l'aggiunta di alcune colatizie, in quelli inferiori.

Oltre le conche, le centrali e l'edificio di presa dall'Adda, le principali opere d'arte che si incontrano sul percorso del canale da Milano a Pizzighettone sono:

Nella tratta Milano-Melegnano: il sottopassaggio alla ferrovia Milano-Pavia, la tomba a sifone pei canali di Nosedo.

Nella tratta Melegnano-Lodi: i due sottopassaggi alla strada provinciale e alla tramvia Melegnano-S. Angelo, il ponte-canale sul fiume Lambro, il ponte-canale sulla Muzza, il sottopassaggio alla provinciale Lodi-S. Angelo.

Nella tratta Lodi-Cavenago: il sottopassaggio alla ferrovia Milano-Piacenza.

Nella tratta Cavenago-Pizzighettone: la tomba a sifone pel colatore Muzza e il sottopassaggio alla strada provinciale Codogno-Crema.

Oltre a ciò: i ponti per le numerose strade comunali, consorziali e private le quali tutte passano al di sopra del canale; le tombe parte a cielo libero e parte a sifone pei numerosi cavi e rogge che il canale incontra nel percorso, alcune delle quali di notevole importanza e che tutte passano sotto il canale.

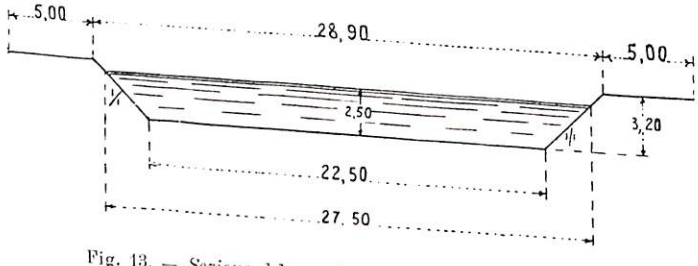


Fig. 13. — *Sezione del canale navigabile Milano-Cavenago.*

Nel primo tronco Milano-Cavenago, in cui il canale è esclusivamente navigabile, esso ha una sezione trapezia con scarpe a 45°, larghezza sul fondo di m. 22,50, fra i cigli di m. 28,90, altezza complessiva di m. 3,20, altezza d'acqua di m. 2,50, con una larghezza di specchio d'acqua di m. 27,50 e un'area di sezione liquida di mq. 62,50. È rivestito sul fondo in calcestruzzo di cemento lisciato dello spessore di m. 0,30, e similmente sulle pareti con spessore decrescente di m. 0,30 a m. 0,25: lateralmente il canale è fiancheggiato da due banchine della larghezza di m. 5,00 con scarpe a 45° (fig. 13).

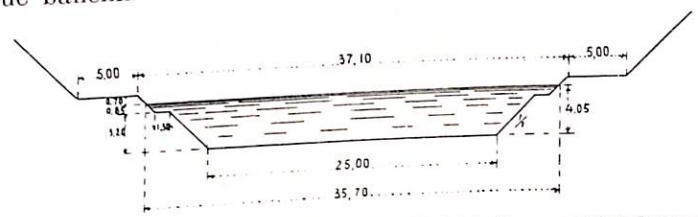


Fig. 14. — *Sezione del canale navigabile ed industriale Cavenago-Pizzighettone.*

Nel secondo tronco Cavenago- Pizzighettone, in cui il canale è navigabile e industriale, esso ha una sezione con scarpe a banchina intermedia della larghezza di m. 1,30; la larghezza sul fondo è di m. 25,00. Nella tratta che precede la prima centrale l'altezza complessiva è di m. 5,20 e l'altezza d'acqua variabile da m. 3,60 a m. 4,50, nella tratta fra la prima e la seconda centrale l'altezza complessiva è di m.4,20 e l'altezza d'acqua di m. 3,50. Il fondo e le pareti sono rivestite in calcestruzzo di cemento come pel canale navigabile, e lateralmente si hanno sempre i due argini della larghezza di m. 5,00 (fig. 14).

La breve tratta di canale di presa dell'Adda ha pure sezione con scarpe a banchina, larghezza sul fondo di m. 18,50, altezza complessiva di m. 4,20, altezza d'acqua variabile da 2,60 a 3,50.

La seconda parte del tratto Milano-Po è costituito dall'Adda, opportunamente canalizzata (1) mediante tre traverse, le quali daranno sempre il fondale di almeno m. 2,50, che vi permetterà un'ottima navigazione a natanti da 600 t. La lunghezza complessiva di questa parte della linea è di Km. 18.500; le tre traverse si trovano: la prima ad una distanza, misurata sulla linea navigabile, di Km. 5,4 dallo sbocco in Adda del canale Milano-Pizzighettone, la seconda a Km. 6,4 dalla prima e la terza a Km. 5,1 dalla seconda, trovandosi poi la confluenza dell'Adda in Po a circa 1,6 dalla terza traversa.

L'intero percorso della linea navigabile si trova nel fiume, ad eccezione di Km. 0,5 di canale attraverso all'argine, in corrispondenza della seconda traversa.

Per superare i dislivelli prodotti dalle traverse e che saranno di m. 1,25 per la prima, m. 1,50 per la seconda, variabile per la terza a seconda del livello dell'acqua in Po, ma aggirantesi intorno ai m. 2,25, sarà posta una

(1) I rilievi dello stato attuale in questa parte dell'Adda vennero eseguiti per cura e sotto la direzione del *Comm. Edoardo Sassi*, Ingegnere Capo dell'Ufficio del Genio Civile di Milano.

conca in corrispondenza a ciascuna traversa, sempre in sponda destra, ognuna della lunghezza di m. 165, sufficiente a contenere un rimorchiatore e due natanti da 600 t.

Le traverse sono del tipo Poirée a panconcelli e portine, colle soglie a quell'altezza media che il fondo tende ad assumere nei punti dove sono costrutte, in modo da non trovarsi poi sopralzate con effetto di rigurgiti dannosi durante le piene, nè da interrarsi d'altro lato con troppa facilità. Le condizioni dell'alveo del fiume, ivi incassato per tutta la sua lunghezza tra le

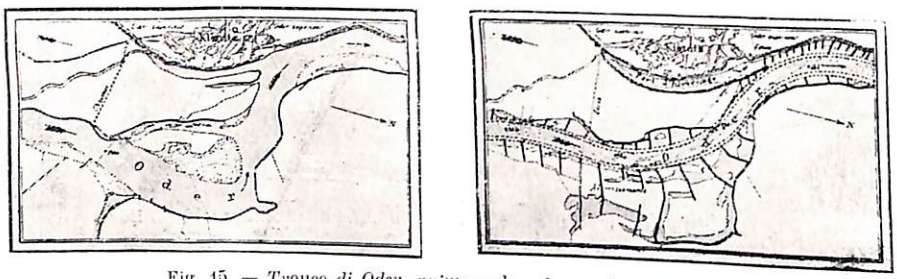


Fig. 15. — *Tronco di Oder, prima e dopo la regolarizzazione.*

sponde, escludono la possibilità di danni per rigurgito sui terreni circostanti.

Opportune sistemazioni del fondo e delle rive dell'Adda ed eventuali piccoli dragaggi completeranno, nei punti dove sono necessari, la canalizzazione del fiume per tutto il tratto che interessa la nostra linea di navigazione.

Il secondo e più lungo tronco dell'intera linea è costituito da quasi tutto il Po a valle della confluenza dell'Adda. Come si è detto, le condizioni naturali del fiume in questa importantissima parte del suo percorso non sono, per rapporto alla navigazione, inferiori a quelle di molti altri già largamente utilizzati per le comunicazioni per via d'acqua: occorre solo che l'opera dell'uomo ne corregga specialmente il fondo con opportuni dragaggi, in quei punti dove è necessario, per avere sempre il fondale di almeno m. 2,00. Opere di questo genere sono largamente praticate con ottimo successo su tutti i maggiori fiumi d'Europa, si trattava di vedere se circostanze imprevedibili od elementi non bene considerati potessero giustificare i dubbi che da alcuni tecnici si erano presentati sulla convenienza e persistenza degli scavi nel Po.

Ora siamo lieti di poter affermare che l'esperienza ha invece proprio dato ragione a quanti, e specie all'on. Romanin Jacur e all'on. Ing. Piola Daverio, affermavano che il Po a valle della confluenza dell'Adda si poteva facilmente ridurre e mantenere nelle condizioni necessarie per una grande linea di navigazione per natanti da 600 t., dato che certo le condizioni di pendenza — trovandosi l'acqua, alla confluenza dell'Adda in Po, alla quota di circa m. 36,25, in epoca di morbida, sul livello del mare — permetteranno l'uso di natanti di quel tonnellaggio.

I dragaggi furono eseguiti sotto la direzione dell'Ispettorato Compartimentale del Po (1) e noi siamo ben lieti e grati di poter riferire i risultati sommari ottenuti e le deduzioni che se ne sono tratte con tutta sicurezza.

(1) E precisamente sotto la direzione dell'Ispettore Superiore *Comm. Ing. Italo Pelleri* e dell'*Ing. Vincenzo Dardanelli*, del Corpo del Genio Civile.

Il convoglio effossorio sul Po si compone attualmente di due draghe aspiranti e due a secchie, coi rimorchiatori, barche ed attrezzi ausiliari occorrenti: ha la potenzialità complessiva di scavo di 960 mc. all'ora: esso verrà presto aumentato di altre due draghe a secchie, ciascuna della potenzialità di scavo di 40 mc. e di una aspirante per 400 mc. sempre all'ora.

Il convoglio effossorio prestò servizio durante il 1912 dalla località Costa Caroliana in Ticino, poco a valle di Pavia, sino alla Donzella nel Po di Gnocca, su un'estesa di 402 Km. Nei 1431 giorni di complessiva permanenza nel Po ed affluenti delle quattro draghe, furono eseguiti 28 dragaggi per aprire 11.746 ml. di canali, con uno scavo di 692.000 metri cubi di materiali, effettuato in 4801 ore di effettivo dragaggio, per cui si ebbe un rendimento medio orario di scavo di 144 mc. ed una media sezione aperta di mq. 59.

I dragaggi nel Po cominciarono nel 1909 e fino ad oggi il loro costo medio unitario, compreso l'interesse e la quota di ammortamento del capitale, è stato di L. 0,41 al mc. Tale basso costo in futuro potrà ancora subire una sensibile riduzione, per il certissimo maggiore rendimento del lavoro che si potrà ottenere in conseguenza del continuo miglioramento e completamento del servizio.

I 69 scavi aperti in totale, fino ad ora, allo scopo di migliorare la via navigabile hanno dato risultati soddisfacenti, sebbene il convoglio effossorio non abbia ancora raggiunta l'efficienza e potenzialità necessaria: tale conclusione è confermata praticamente dal fatto che le richieste di scavi, da parte dei naviganti nel Po e che in passato erano numerose e continue, sono venute limitandosi sensibilmente e quasi si sono ridotte, per l'anno passato, nello scorcio del dicembre, quando il fiume preannunciava una magra eccezionale che poi non ebbe luogo.

Il 1912 pertanto è venuto a ribadire, come del resto era pienamente presumibile, l'utilità notevole che il servizio delle draghe porta alla navigazione e le conclusioni già esposte nelle relazioni precedenti del Genio Civile e cioè che « a seguito di sistematiche escavazioni, venendosi ad iniziare i lavori quando le acque trovansi ancora discretamente alte e tali per cui le draghe possano utilmente scavare, lavorando se del caso anche nottetempo, si potrà benissimo mantenere continuamente ai natanti il voluto fondale sino almeno a m. 2 pel tronco di Po inferiore allo sbocco dell'Adda e m. 1.50 per quello superiore sino al Ticino, ciò che col tempo riuscirà anche più facile ottenere, se si tien conto che, di tutti gli scavi fatti, alcuni si mantengono per considerevole tempo e che per parecchi altri, che potranno risultare interriti, trattandosi di materiali portativi dalla corrente da breve tempo e quindi molto sciolti, riuscirà facile ripristinarli, presentando essi comoda presa alle draghe, mentre neppure devesi dimenticare che il personale addetto alle draghe, facendosi sempre più pratico e sicuro nel suo lavoro, contribuirà non poco a migliorare i risultati sin qui avuti: *coll'ausilio quindi delle draghe è presumibile potersi ottenere un comodo tirante d'acqua, che anche in occasione di forti magre consenta fino allo sbocco del Ticino un'attiva e sicura navigazione* ».

Col numero di draghe occorrenti si può pertanto ottenere in Po, anche nelle epoche di massima magra, per il tratto che interessa, il fondale di m. 2, ciò che in un fiume come il Po può ritenersi sufficiente ad una buona navigazione per natanti da 600 tonnellate: riguardo poi alle poche secche, che esistono fra Castelnuovo Bocca d'Adda e Piacenza, si potrà assai probabilmente raggiungere sempre anche questa città con barche da 600 t. mediante più profondi dragaggi in quel tratto del fiume.

Dimostrata così praticamente la sufficienza dei dragaggi in Po, per ottenervi il fondale necessario alla progettata linea navigabile da Milano a Venezia, non si deve però escludere la convenienza ed opportunità di addivenire in seguito, in qualche punto, a sistemazioni e correzioni dell'alveo di magra, con opere analoghe a quelle che vengono eseguite su larghissima scala in molti importanti fiumi navigabili dell'estero.

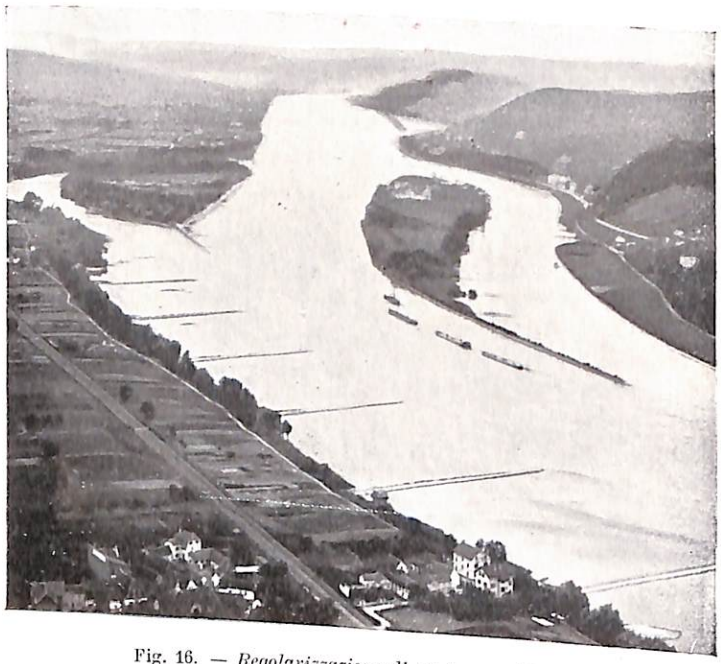


Fig. 16. — *Regolarizzazione di un tronco del Reno.*

Bene ridotto e mantenuto, il Po presenterà, specie per il fatto che non gela, il vantaggio di essere uno di quei fiumi che permettono la navigazione per un rilevante numero di giorni all'anno: l'unica sosta sarà causata dalle grandi piene e grandi nebbie che rappresentano complessivamente una media di 33 giorni all'anno, sicchè negli altri 332 si potrà sempre navigare anche con barche di 600 t. a pieno carico da Milano a Venezia e quindi con un altissimo coefficiente di navigabilità.

A confermare le buone condizioni del Po e la relativa esiguità della spesa occorrente per trarne i massimi vantaggi, basta pensare che, prima delle grandiose opere di sistemazione che vi vennero eseguite, una barca a pieno carico non navigava nel Reno fino a Mannheim che per 194 giorni all'anno, nel-

l'Elba a monte di Magdeburgo che per 195, nell'Oder per 127 e nella Vistola, sul tronco tedesco, per 155, mentre già ora nel Po si avrebbe il necessario fondale di 2 m. per 217 giorni all'anno dei 332 in cui si potrà poi navigare sulla grande linea Milano-Venezia.

Dal basso Po, in località posta a Km. 2.500 a valle di Cavanella Po, in un punto consigliato dalle ottime condizioni del froldo, per rapporto alla navigazione, e cioè — secondo osservazioni precise di oltre 50 anni — di profondità di fondale e di formazione antichissima, comincerà l'ultimo tronco della linea da Milano a Venezia e cioè il tronco Po-Venezia, che consterà di due parti l'una dal Po a Brondolo, vicino alla foce del Brenta, della lunghezza di Km. 24.5 e l'altra per i canali marittimi della laguna, da Brondolo a Venezia, per un percorso della lunghezza di Km. 27.5.

Dal Po si raggiungerà Brondolo con un canale in parte nuovo e in parte esistente, ma opportunamente sistemato, attraverso a quella pianura attualmente già solcata da canali di navigazione, ma di potenzialità assai inferiore a quella della nuova linea Milano-Venezia. Considerazioni topografiche locali hanno suggerito il tracciato del nuovo canale, che avrà andamento quasi rettilineo ed investirà per un breve tratto il canale detto Po di Levante: i dislivelli da superare saranno minimi, perchè determinati solo dalle variazioni di altezza del pelo d'acqua nei tre fiumi: Po, Adige e Brenta.

Si tratta di una linea litoranea, in cui la necessità delle conche è solo determinata dall'esperienza già fatta per la linea attuale da Brondolo al Po, che venne prima costrutta senza conche, ma dove poi la pratica ne impose la costruzione. Queste conche saranno: due presso il Po, una conca a destra e l'altra a sinistra dell'Adige, quasi di fronte l'una all'altra, e la nuova conca di Brondolo.

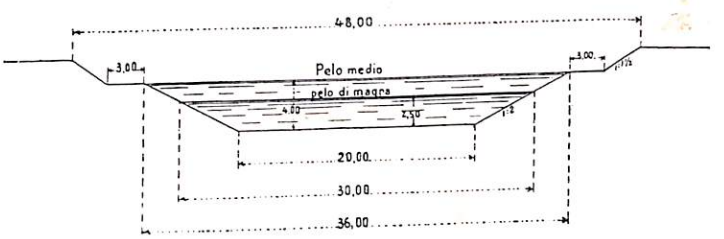


Fig. 17. — *Sezione del canale Adige-Po.*

Tutta questa parte della linea avrà una profondità media di m. 4,00 sotto il medio mare ed un profondità minima di m. 2,50 sotto il pelo di magra: la sezione sarà almeno cinque volte quella della sezione bagnata, a carico completo, di una barca da 600 t., sicchè la navigazione vi sarà effettuata in ottime condizioni (fig. 17).

L'ultima parte della linea, tra Brondolo e Venezia, è già ora mantenuta in buone condizioni a cura e carico dello Stato, sicchè nessuna nuova spesa porta al progetto della nuova grande linea da Milano a Venezia.

***

Alcune particolarità e caratteristiche del tratto Milano-Po richiedono qualche considerazione e qualche aggiunta alla descrizione sommaria fatta.

L'alimentazione d'acqua per il tratto da Milano a Cavenago ha richiesto speciali studi per essere sicuri che fosse sufficiente e fatta in modo da non turbare i diritti od i grandi interessi di terzi. Dopo indagini precise fatte dal Comitato di Milano per la navigazione interna ed eliminate altre soluzioni meno sicure, si ricorse alla maggiore quantità d'acqua che è possibile avere nel Naviglio Grande, impedendo, mediante opportuno rivestimento del fondo e delle sponde in alcune tratte, un parte delle perdite per filtrazione che esso subisce nel suo percorso.

La portata che è necessario avere nel canale navigabile Milano-Cavenago, supposto un traffico che richieda il continuo funzionamento delle conche, dato il tipo adottato per queste, facendo una concata ogni 20', sarà al massimo di mc. 2,5, calcolato con sufficiente margine in più di quella teorica di mc. 1.85. Ora da esatte ricerche sperimentali, eseguite sotto la direzione del prof. ing. Fantoli, risulta che dal Naviglio Grande si possono certamente ottenere mc. 3 col metodo indicato e che non può sollevare alcuna eccezione legittima. Quest'acqua sarà condotta dal Naviglio Grande al porto di Milano mediante apposito canale.

Come si è detto, il progettato canale sarà eseguito con robusto rivestimento impermeabile, in modo da essere una specie di enorme vaso che in nessun punto aggiungerà nè toglierà acqua al sottosuolo del territorio solcato: per la navigazione avrà poi il grande vantaggio che sarà senza erbe e quindi presenterà minor resistenza per il movimento delle barche.

Non era consigliabile fare un canale senza rivestimento o limitarsi a rivestire alcuni tratti, perchè sarebbe stato in ogni caso incerto calcolare la misura del fenomeno di variazione nelle condizioni delle acque freatiche e quindi ne sarebbe sorta qualche preoccupazione specie dei proprietari dei terreni attraversati.

Sono infatti troppo note le perturbazioni portate dall'apertura di grandi canali senza rivestimento impermeabile, perchè non si dovesse temere che in qualche zona più o meno estesa si potesse verificare un abbassamento dell'*aves*, con danno ai pozzi d'acqua potabile e diminuzione di portata ai fontanili serventi all'irrigazione e in qualche altra invece alzamento dell'*aves* con possibili effetti nocivi alle abitazioni, alla potabilità dell'acqua nei pozzi e con impaludamento od anche solo diminuzione di prodotti agricoli per eccessivo avvicinamento della falda freatica alla superficie del terreno. Tali inconvenienti avrebbero poi potuto dar luogo a pericolose azioni di danni e conseguenti opere per rimuoverli e in ogni caso a duraturi o anche passeggeri peggioramenti nelle condizioni igieniche e produttive della ridentissima zona attraversata.

Il rivestimento impermeabile progettato rimuove ogni e qualsiasi dubbio

sulla possibilità di perturbamenti nel regime attuale delle acque sotterranee. Non regge infatti ad un esame approfondito l'obbiezione che il nuovo canale possa essere una traversa con effetti nocivi di rigurgito sulle acque sotterranee e cioè di rialzamento dell'*aves*, a monte del canale ed abbassamento a valle. Innanzi tutto la direzione della nuova opera segue presso a poco quella della pendenza dell'acqua sotterranea nella regione attraversata, ma, se anche fosse in qualche tratto fortemente obliqua od anche normale alla direzione del movimento dell'acqua sotterranea, occorre tener presente che il canale è quasi tutto, per la stessa convenienza costruttiva dell'opera, a fior di terra, sicchè poco penetra nel suolo, che lo strato acquifero sotterraneo della regione percorsa ha un'altezza considerevole e che da ultimo la natura stessa geologica del sottosuolo (1) è quella di un enorme strato di materiali permeabilissimi ogni tanto interrotti dai soliti banchi lenticolari di materiale impermeabile, sicchè il nuovo ostacolo, che noi col canale introduciamo al movimento lentissimo — qualche centesimo di millimetro al secondo — delle acque sotterranee, non potrà avere, se pure avrà, che degli effetti trascurabili.

Che la concezione del sottosuolo, come è stata accennata, sia la vera, risulta anche dal fatto che, almeno per pozzi profondi fino a 30 metri fatti a Milano, si è visto che l'acqua sale in una determinata località sempre alla stessa quota, il che denota che almeno fino a quella profondità tutte le acque sono fra loro liberamente comunicanti. Da ciò pertanto risulta che la nuova parete impermeabile, di altezza certo trascurabile in confronto alla profondità dell'acqua che si muove nel sottosuolo, avrà effetti di possibile rigurgito certo insensibili e nessuna preoccupazione deve quindi aversi di conseguenze nocive del nuovo canale sulle acque sotterranee.

Quanto poi al rivestimento, si è già osservato che sarà fatto robusto in modo da essere ovunque assai resistente ed a tranquillizzare finalmente anche quelli che potessero osservare che sono pure possibili screpolature e quindi filtrazioni d'acqua dall'interno all'esterno e viceversa, facciamo osservare che, a parte la facilità di riparazioni, in fondo si tratta di una regione irrigua dove molte sono le acque che da secoli corrono nelle stesse condizioni, per rapporto al suolo, di quella del nuovo canale, sicchè una piccola aggiunta d'acqua al sottosuolo per qualche screpolatura — che è interesse dell'Ente che esercisce il canale che non avvenga — avrebbe sempre effetti trascurabili e anche una possibile sottrazione d'acqua al sottosuolo, fatta dal canale, sarebbe sempre ben piccola cosa a confronto delle continue ed abbastanza ragguardevoli sottrazioni d'acqua al sottosuolo, come ne avvennero anche in questi ultimi tempi, per nuove industrie o per l'aumento delle popolazioni dei centri abitati, senza sollevare eccezioni per temuti danni all'agricoltura.

---

(1) Vedansi la relazione *Paladini* della « Commissione delegata dal Collegio sulla memoria dell'Ing. A. Riva relativa all'estrazione dell'acqua dal sottosuolo » (*Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Milano* - Anno XX - Fascicolo I, 1887) e « Le fognature di Milano » dell'*Ing. Felice Poggi* - Vallardi, Milano.

Il tracciato e profilo da Milano a Cavenago è stato studiato tenendo conto delle condizioni altimetriche e planimetriche del terreno, così da avere una logica e conveniente distribuzione delle conche e ridurre al minimo possibile gli scorpori che potessero dare ragione a grandi pretese per gli espropri, compensare al possibile i movimenti di terra entro un raggio conveniente, rispettare le quote dei piani ferroviari, non elevare di troppo i piani stradali e di stare, al contrario, alti al possibile sui peli di acqua delle roggie attraversate e particolarmente del canale Muzza.

Il nuovo canale, con una notevole variante al progetto compilato dall'on. ing. Sanjust e in seguito a più precisi studi sulle portate e le condizioni dell'alveo dell'Adda, venne tenuto tutto sulla destra del fiume così da evitare attraversamenti, che avrebbero causato interruzioni della navigazione in epoche di piena e specie perdite di tempo e che si sarebbero fatti in posizione dove il letto dell'Adda non offre garanzie di conservarsi sempre nell'attuale posizione.

Le misure di portata eseguite sull'Adda a Lodi, a Cavenago ed a Pizzighettone consigliarono l'utilizzazione della proposta derivazione a Cavenago. Tali misure, fatte sotto la direzione del prof. ing. Fantoli e gli studi personali fatti da lui stesso, come membro della Commissione Tecnica, hanno condotto alle seguenti importanti conclusioni sulla media della portata dell'Adda inferiore:

	Lodi	Cavenago	Pizzighettone	
per 360 giorni all'anno la portata supera i	mc. 9	mc. 20	mc. 40	e per 5 giorni all'anno vi è inferiore
» 340 » »	» 12	» 28	» 58	» 25 » »
» 300 » »	» 15	» 32	» 70	» 65 » »
» 260 » »	» 20	» 48	» 85	» 105 » »
» 205 » »	» 25	» 50	» 108	» 160 » »
» 155 » »	» 35	» 70	» 140	» 210 » »
» 115 » »	» 50	» 100	» 175	» 250 » »

Pertanto a Cavenago si ha sicuramente, nell'anno medio, disponibile nell'Adda la portata di mc. 32 per 10 mesi dell'anno: la portata si riduce a meno di mc. 28 per giorni 25 all'anno ed a meno di 20 per 5 giorni. Ora per l'immagazzinamento dell'acqua, che si può fare per le condizioni locali favorevoli, nella morta di Cavenago, nel tratto a monte del fiume e nel tronco di canale che va dalla traversa, da costruirsi nell'Adda, alla centrale — immagazzinamento che per un dislivello di m. 0,90 è di mc. 850.000 — si può certamente ottenere quel quantitativo d'energia già accennato di 9000 HP. diurni e minimi 3000 HP. notturni, che verrà prodotto nelle due centrali a Bertonico ed a Pizzighettone, ridotte al minor numero possibile e poste nelle località più convenienti, dopo preciso calcolo.

La soluzione proposta, tutta in sponda destra dell'Adda e con una sola traversa di presa d'acqua a Cavenago, ha pure il vantaggio che la traversa verrà eseguita in un punto dove le condizioni del fiume dànno garanzia che non vi sarà spostamento, senza necessità di estese sistemazioni a monte, nella posizione attualmente occupata dall'alveo dell'Adda.

La posizione dello sbocco del canale a Pizzighettone venne pure scelta in località tale che non presenta probabilità di notevole cambiamento del letto del fiume.

Venendo all'ultimo tronco tra Pizzighettone e il Po, misure e rilievi precisi hanno dimostrato nello stesso tempo la necessità e la possibilità di canalizzare l'Adda con tre sole traverse e qualche opera stabile di fondo e di sponda, per ottenere un tirante d'acqua di almeno m. 2.50: risalire l'Adda verso Lodi molto al di sopra di Pizzighettone non era conveniente, per i progettati natanti da 600 t., tanto per il fondale quanto per le condizioni di pendenza e di curve, che essi richiedono.

Alla canalizzazione dell'Adda in questo tronco si è data la preferenza in confronto ad altre soluzioni studiate, tra cui quella di un nuovo canale tra Pizzighettone e Cremona — che darebbe una minor lunghezza di 20 km. e un'ingente energia disponibile — come quella che richiede una minor mole di opere, sposta meno il percorso naturale delle acque, utilizza il Po al massimo possibile e cioè fino a quel punto dove i dragaggi fatti ci assicurano il fondale necessario per la linea progettata e mantiene pertanto alla grande navigazione nella valle padana un unico percorso fino vicino a Piacenza.

L'insieme delle nuove opere da eseguirsi nell'Adda costituiranno una grande prova di canalizzazione in Italia, che sarà di utile norma ai lavori da eseguirsi al corso superiore del Po ed a diversi suoi affluenti: di più la nuova canalizzazione dell'Adda, anche quando si eseguirà il canale diretto tra Pizzighettone e Cremona — che forse converrà fare solo navigabile e non industriale per evitare opposizioni da parte degli interessati alla navigazione nel Po a monte di Cremona — servirà sempre per le comunicazioni tra l'Adda e il Po verso Piacenza.

***

Il costo totale della linea, dedotto naturalmente il valore dell'energia ricavabile, tenuto equo conto delle speciali condizioni favorevoli in cui questa viene a trovarsi per il reddito netto da essa ritraibile, ed esclusa la spesa di costruzione dei porti e la capitalizzazione di quelle continue per i dragaggi, la prima di prevalente interesse locale e la seconda a carico dello Stato, sarà certo non superiore a 43 milioni di lire, che però agli effetti delle nostre ulteriori considerazioni e sull'autorevolissimo esempio del Comitato promotore della linea navigabile da Milano a Venezia supporremo possa arrivare, per larghezza di previsioni, a 50 milioni.

Se si considerano le somme che anche da noi si spendono per le ferrovie ed i miliardi che vengono impiegati da altre nazioni per migliorare la loro navigazione interna, se si pensa che una cifra come quella occorrente per la nostra linea viene anche spesa per porti di città pure non di primissima importanza (a Francoforte sul Meno, per esempio, sono preventivati per il porto

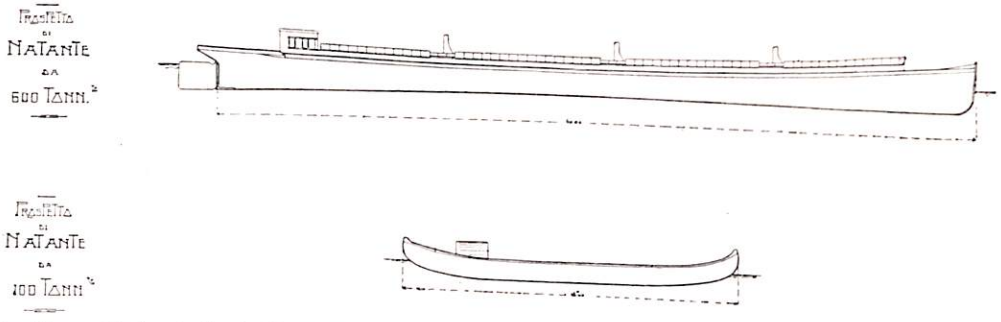


Fig. 18. — *Confronto fra le dimensioni dei grandi natanti della linea progettata e quelli attualmente in uso nelle linee che mettono capo a Milano.*
Prospetto longitudinale di un natante da 600 t. e di un natante da 100 t.

circa 70 milioni di lire, di cui la metà già spesa in una prima fase di costruzione), si vede che un tale sacrificio pecuniario, dati gli interessi nazionali e regionali che sono connessi all'opera, non solo non può preoccuparci, ma è fra quelli che si devono fare per un beninteso scopo di progresso economico

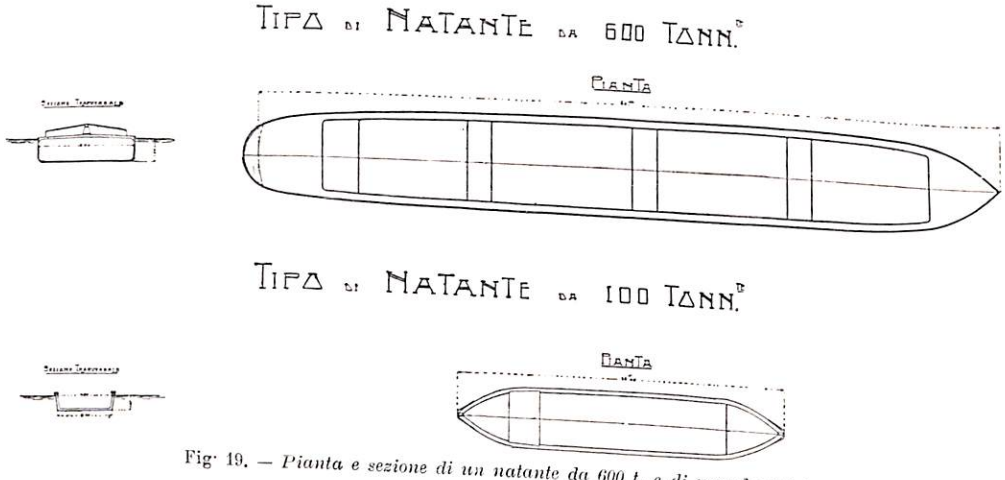


Fig. 19. — *Pianta e sezione di un natante da 600 t. e di uno da 100 t.*

del paese, lieti che sia molto lontano da quel limite in cui esso potrebbe essere appena controbilanciato dai benifici che è destinato ad apportare.

La progettata linea di navigazione da Milano a Venezia per il numero dei giorni all'anno in cui potrà essere utilizzata, per la piccola pendenza del Po, nel tratto percorso, per la sezione in alcuni tratti abbondantissima e in

altri sufficientemente larga dei canali progettati, in confronto di quella del maggiore natante da 600 tonn., per il numero esiguo dei sostegni a conca in proporzione della lunghezza totale del percorso e per la possibilità di arrivare fino a Pizzighettone con convogli formati da un rimorchiatore e due natanti

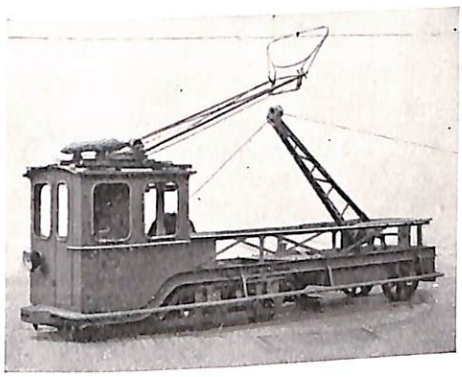


Fig. 20. — *Canale di Teltow, vicino a Berlino. - Alaggio elettrico.*

da 600 tonnellate e poi in avvenire continuare da Pizzighettone a Milano anche colla trazione elettrica, come si usa in molti canali dell'estero, sarà in condizioni migliori di diverse Enee di grande potenzialità della Germania, Francia ed Austria.

La nuova linea ha una grande importanza sia come spina dorsale di tutta la navigazione interna nella valle padana, poichè vi determinerà il sorgere o l'aumentare di comunicazioni per vie d'acqua coi laghi alpini e con altre zone ora scarsamente servite dalla poca navigazione attuale e sia anche in

sè per i trasporti diretti di merci tra Milano e Venezia: essa avrà un notevole raggio d'azione anche per i trasporti misti, per via d'acqua e per ferrovia, che vi determinerà per una zona assai estesa.

Per dare un'idea dei vantaggi che se ne avranno per i trasporti delle merci ingombranti, riportiamo qui la seguente tabella compilata (1) dal Dott. Beretta, Segretario dell'Ufficio del Comitato Promotore, sui costi degli attuali trasporti ferroviari per tonnellata da Genova e da Venezia ai diversi centri indicati e sui presumibili costi complessivi di trasporto per le merci portate da Venezia agli stessi centri colla progettata linea di navigazione, quando questa avrà raggiunto un traffico totale oscillante dai 3 ai 4 milioni di tonnellate:

	PER FERROVIA				COLLA NUOVA LINEA DI NAVIGAZIONE	
	da GENOVA		da VENEZIA		da VENEZIA	
	Km.	Lire	Km.	Lire	Km.	Lire
Pontelagoscuro . .	—	—	111	6,23	110	2,06
Sermide	—	—	147	7,97	143	2,35
Ostiglia	—	—	230	9,82	163	2,53
Mantova	257	10,28	145	7,28	195	2,78
Borgoforte	269	10,65	157	7,65	198	2,85
Guastalla	243	10,45	177	8,49	223	3,08
Casalmaggiore . . .	235	9,60	197	8,89	245	3,18
Cremona	194	8,33	208	9,23	292	3,72
Lodi	177	7,81	260	10,84	353	4,34
Milano	157	7,19	265	10,99	380	4,63

In modo sintetico la relazione scritta dall'On. Romanin Jacur, per il Comitato Promotore, così si esprime:

« Il costo di trasporto di una tonnellata di merci pesanti alla rinfusa (car-
« boni, grani, petrolio [in serbatoi], concimi chimici, minerali in genere) da
« Venezia a Milano, si aggirerà fra le L. 4,50 e le L. 5,40. Tenuto
« presente che il percorso reale è di chilometri 380 e quello tariffario o vir-
« tuale di chilometri 430, questo prezzo da centesimi 1 e 4 decimillesimi va
« a centesimi 1 e 27 decimillesimi la tonnellata-chilometro. Questa cifra fu
« computata assai prudentemente e può essere seriamente confrontata col prezzo
« medio della tonnellata-chilometro del trasporto ferroviario.

(1) Vedasi l'articolo « Der neue Grosschiffartsweg Mailand-Venedig » pubblicato dal *Dr. M. Beretta* nel numero del 1.° febbraio 1913 della rivista *Zeitschrift für Binnenschiffahrt.*

« Essa ha per base un traffico di un milione di tonnellate in ascesa verso « Milano e di 250 mila tonnellate in discesa verso Venezia; che se ulteriori « aumenti di traffici in ascesa e più favorevoli condizioni nei carichi di ri- « torno si avessero a verificare, come è assai lecito prevedere, detto costo « della tonnellata-chilometro potrà raggiungere valori assai sensibilmente più « bassi.

« Per cui se, a modo di esempio, noi guardiamo ad una delle merci po- « vere, che più facilmente si serviranno della via d'acqua, e cioè ai carboni, « e teniamo calcolo dell'ammontare degli arrivi attuali alle stazioni di Milano, « possiamo dedurre che, per i soli carboni, le industrie milanesi potrebbero « risparmiare quasi un milione e mezzo all'anno ».

Vediamo ora gli oneri.

La legge Bertolini sulla navigazione interna ha diviso tutte le linee navigabili in Italia in quattro classi, a seconda della loro maggiore o minore importanza sotto il punto di vista nazionale e locale, mettendone le spese a carico del bilancio dello Stato o degli Enti locali e dei privati in proporzione ad una larga media di vantaggi ritraibili per ciascuno di essi. La linea navigabile Milano-Venezia, che non poteva essere messa tra le poche della prima classe, perchè non presenta prevalente interesse di difesa militare, è stata posta fra quelle di seconda classe, perchè mette capo a un porto marittimo e giova al traffico di un esteso territorio e quindi le relative spese di ristabilimento e manutenzione sono ad esclusivo carico dello Stato, mentre le spese per opere nuove sono per tre quinti a carico dello Stato e per gli altri due quinti a carico delle Provincie e Comuni interessati, in proporzione del rispettivo interesse valutato secondo norme che verranno stabilite nel regolamento per l'esecuzione della legge.

Senza scendere a dettagli ed in mancanza ancora del regolamento, possiamo in una cifra globale dire che a carico degli Enti locali e privati non cadranno, dei 50 milioni già accennati, che circa 20 milioni, ossia un onere corrispondente a L. 931,004 annue per 50 anni, ammesso che, come è già avvenuto per altre consimili opere di interesse pubblico, si possa avere il capitale necessario all'interesse del 4 %. Ora quando si pensa che, pure non calcolando tutti gli altri centri importanti, come Mantova, Cremona, Piacenza ed altri, più o meno direttamente interessati nella nuova linea navigabile e che quindi devono prendere parte alle spese, le sole città e provincie di Milano e Venezia hanno una popolazione complessiva, secondo il censimento del 1911, di 2.193.300 abitanti, si vede come, per quanto i bilanci comunali e provinciali siano oberati di spese, pure deve la giusta considerazione dell'utile ritraibile, in confronto dell'onere, spingere tutte le forze ad unirsi per tradurre in atto un'opera intesa ad unire più intimamente, che ora non sia, Milano al mare e dare al porto di Venezia nuova grande floridezza di scambi non solo colla capitale lombarda, ma anche con tutta la valle padana.

Per ciò che riguarda gli Enti che hanno sede in Milano e specie il Comune e la Provincia, l'onere complessivo annuo per 50 anni sarà probabilmente compreso tra le 400 e le 500 mila lire: onere non certo eccessivo, in confronto

all'utile materiale della nuova opera, anche per la sola città di Milano, che conta più di 600.000 abitanti, per le enormi quantità di merci, così dette ingombranti, che ad essa occorrono annualmente, quali il carbone, i laterizi, i marmi, i legnami, i grani, il vino, il ferro, il fieno, la paglia ecc. e le materie prime per i suoi opifici industriali, come per i suoi prodotti destinati all'esportazione: per queste categorie di merci la nuova grande linea navigabile apporterà certo un notevolissimo vantaggio.

Per il contribuente della città di Milano valga infatti anche questo solo esempio di utilità materiale: la cittadinanza ha avvertito quest'anno l'influenza dell'aumento del costo del carbone nei riguardi del prezzo del gas, perchè questo è salito di cm. 2 al mc., per un aumento compreso fra le 3 e le 6 lire nel costo del carbone per tonnellata: siccome ora a Milano si consumano circa 65 milioni di mc. di gas all'anno, per i quali occorrono t. 200.000 circa di carbone,, così una riduzione anche solo di L. 2 per tonnellata nel costo del carbone, potrebbe dare alla cittadinanza un risparmio complessivo in un anno superiore alle L. 400.000, anche senza tener conto del minor costo del *coke*.

Inoltre una città come Milano non può ispirarsi soltanto a concetti di ordine locale, ma bensì anche a quelle considerazioni di carattere generale provenienti dal posto che essa occupa tra le consorelle città d'Italia, e che la devono spingere a perseverare nella sua grande missione di essere all'avanguardia nell'attuare le iniziative che sono di vero e grande interesse italiano.

Venezia riceverà dalla navigazione interna nella valle padana certo un notevole impulso a riconquistare nei commerci quel posto che ad essa ha valso il nome di regina dell'Adriatico.

Il suo porto è in continuo confortante aumento, come risulta dalla seguente tabella, (1) che riassume il movimento del porto di Venezia nel decennio 1902-1911:

ANNO	TONNELLATE DI STAZZA (Navi arrivate e partite)	TONNELLATE DI MERCE		TOTALE merce
		sbarcata	imbarcata	
1902	2.938.359	1.578.365	200.802	1.779.167
1903	3.228.436	1.691.365	208.642	1.900.007
1904	3.416.371	1.740.622	250.343	1.990.965
1905	3.488.480	1.732.004	261.278	1.993.282
1906	3.823.115	2.075.063	310.991	2.386.054
1907	3.877.134	2.108.248	316.986	2.425.234
1908	3.916.374	2.245.466	339.163	2.584.629
1909	4.356.032	2.356.417	357.416	2.713.833
1910	4.399.651	2.335.443	334.099	2.669.542
1911	4.357.195	2.404.625	338.778	2.743.403

(1) Questa tabella e la successiva vennero cortesemente comunicate dall'*Ufficio per i trattati* del Ministero delle Finanze.

Ora il porto di Venezia, in quella vasta e calma laguna, avrà certo ben maggiore movimento di navi e di merci quando esso sarà, come i porti di tante città del Nord d'Europa, testa di linee di un'importante navigazione interna, che permetta trasporti di merci a basso costo prodotte o da essere usate in gran parte dell'esteso *hinterland* formato dalla valle padana. Nè Genova ha motivo di temere la concorrenza di Venezia: il suo porto è giunto nel 1911 a tonnellate 14.872.450 di stazza delle navi arrivate e partite, a t. 6.065.057 di merce sbarcata e t. 1.085.046 di merce imbarcata e quindi a t. 7.150.103 di merce sbarcata ed imbarcata: essa colla sua posizione nel Mediterraneo trarrà tali vantaggi dall'incremento nelle industrie e nei commerci nella valle padana per trasporti a buon mercato di merci pesanti da Venezia, da esser largamente compensata da un'eventuale perdita di una parte delle merci pesanti che ora vi arrivano o ne partono.

A dimostrare l'importanza di sviluppare la navigazione interna in Italia e quindi nella valle padana valga, come un elemento di prova nei riguardi di una parte del commercio coll'estero, la seguente tabella, che dinota l'incremento notevole nell'ultimo decennio delle importazioni in tutta Italia di alcune merci, che ci vengono quasi esclusivamente dal mare e che, essendo fra quelle così dette povere, specialmente si servono, quando possono, della navigazione fluviale:

Denominazione della merce	ANNI									
	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Benzina, Petrolio, Oli minerali di resina e di catrame, pesanti e altri oli minerali Quintali	951.267	973.687	979.869	1.008.325	1.202.352	1.381.638	1.553.492	1.615.986	2.249.494	2.451.569
Carbon Fossile Tonnellate	5.546.823	5.904.578	6.437.539	7.673.435	8.300.439	8.452.320	9.303.506	9.338.752	9.595.882	10.057.228
Frumento e altre granaglie Tonnellate	1.661.071	1.061.233	1.393.581	1.705.191	1.097.784	1.007.845	1.727.202	2.024.720	1.969.063	2.586.634

Come si vede l'importazione del carbone nell'ultimo decennio si è quasi duplicata, e quella degli oli minerali, anche per effetto della riduzione del dazio, quasi triplicata, nonostante il magnifico sviluppo dell'utilizzazione in Italia del così detto carbone bianco! Anche qui si dimostra pertanto vero che il progresso, per nuovi trovati della scienza e della tecnica moderna, quasi sempre non solo non ha diminuito l'importanza dei mezzi prima usati dall'uomo, ma anzi ha certo contribuito ad aumentarla, così come abbiamo visto che le

ferrovie non hanno tolto il traffico nè alle vie ordinarie, nè alle vie fluviali, ma certo per via indiretta l'hanno su queste accresciuto: la sagacia dell'uomo e delle nazioni sta nel dare alle vie e mezzi di comunicazione un armonico sviluppo in modo da trarne, per la collettività, i maggiori vantaggi possibili, e fondere l'utilizzazione degli antichi mezzi, perfezionati, con quella dei nuovi, in modo che ne risulti il massimo lavoro col minimo sforzo possibile.

Pertanto la nuova linea navigabile da Milano a Venezia trova nei calcoli economici una base salda: se essa avesse potuto essere in passato attuata, la nazione ora ne trarrebbe grandi vantaggi, tra i quali pure in prima linea quello di poter essere una grande via di facile approvigionamento e trasporto di materiali pesanti in caso di guerra: una tranquilla ma potente flotta nel Po di grossi natanti darebbe infatti certo notevoli vantaggi anche dal punto di vista militare, tanto più se la linea navigabile da Milano a Venezia venisse prolungata verso il Friuli, secondo proposte ora in corso di particolareggiati studi.

Già la domanda di concessione, approfittando della facoltà concessa dalla legge, è stata, come si è detto, dalla nostra Camera di Commercio presentata al Governo coll'appoggio dei cinque altri Enti maggiormente interessati, i cui Consigli votarono in merito, all'unanimità, un apposito ordine del giorno; gli organi tecnici centrali hanno lodato il progetto e il Ministro Sacchi ebbe già occasione di dare ampio affidamento da parte del Governo di favorire la più pronta possibile attuazione dell'opera; una Commissione di funzionari superiori dello Stato, presieduta dall'illustre Comm. Maganzini, ha lodato ed approvato in massima il progetto; occorre solo che le forze si uniscano per raggiungere il completo accordo tra lo Stato e gli Enti locali ,poichè da parte della Camera di Commercio di Milano già sono state iniziate le trattative per procedere dagli studi e dalle formalità burocratiche alla costruzione della linea.

Fig. 21. — *L'Elba a Dresda.*

***

Concludendo, la linea navigabile da Milano a Venezia pone la prima e necessaria grande base della navigazione fluviale in Italia.

Il progetto, studiato prima da autorevolissime Commissioni ed ora definitivamente compilato da persone competentissime e in posto eminente, è conforme ai suggerimenti scientifici e pratici dei migliori esempi dell'estero e risolve con precisione di analisi e sicurezza di metodo tutte le difficoltà nel

Fig. 22. — *Banchina di raccordo. - Impianti della Casa Krupp.*

miglior modo possibile per le esigenze della navigazione .Lo studio di tutte le condizioni locali ha fissato il tracciato ed il profilo della linea che, tenendosi nei limiti di una spesa in sè non troppo superiore a quanto legittimamente era stato previsto dai tecnici nei progetti di massima, sarà un'ottima linea di grande navigazione.

La nuova linea interessa una vasta ed assai popolata parte d'Italia: essa, completata subito da porti fluviali bene attrezzati, dotati di magazzini sufficienti e raccordati alle linee ferroviarie e tramviarie — specie per Mantova, Cremona ed anche Piacenza e Pavia — segnerà l'inizio di una prospera navigazione lungo il Po ed i suoi affluenti, fino a Torino ed ai laghi alpini, faci-

literà gli scambi colla Libia e coll'Oriente, ora meglio aperto all'attività del nostro popolo, e per le sue conseguenze dirette ed indirette ci avviera a risolvere, con provvedimenti non artificiosi, il problema di quell'Adriatico, al quale troppo spesso abbiamo rivolto la nostra mente quasi per trovare ragione di scoraggiamento per i progressi che altri vi facevano, più che per trarne forza e coraggio a rimediare virilmente a ravvivarne, così come invece si farà colla navigazione interna, il movimento delle navi a nostro vantaggio.

L'effetto della nuova linea si farà ancora sentire nel raccorciare quasi le distanze materiali che ci separano dall'Italia meridionale, perchè renderà meno costosi e più facili gli scambi delle merci fra i punti più lontani della Penisola.

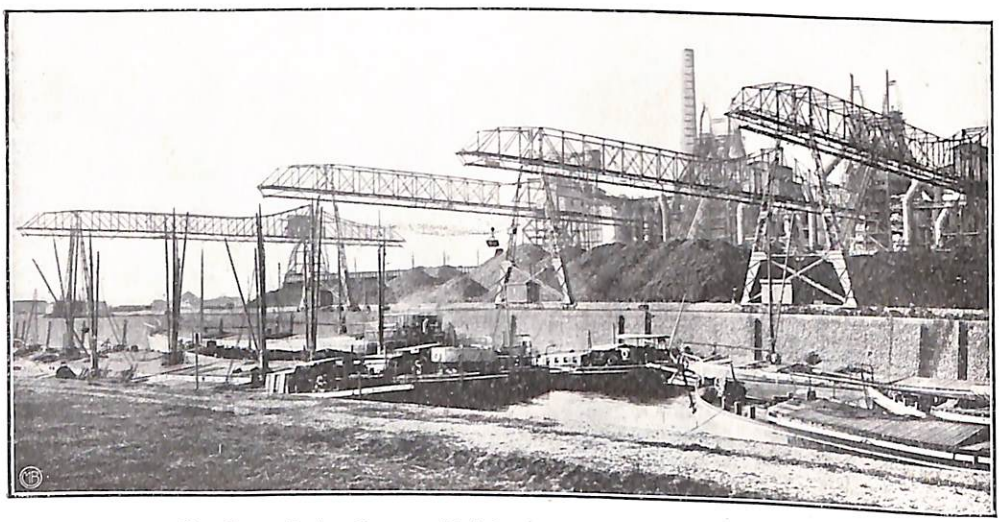


Fig. 23. — *Bacino Krupp a Rheinhausen. - Impianti della Casa Pohlig.*

Troppo spesso noi lasciamo che i nostri lavoratori escano dal paese per rafforzare con la loro opera le industrie e quindi la potenza economica ed anche militare delle altre nazioni, molte volte a nostro danno, poichè contribuiamo a rendere più potente la concorrenza straniera ai nostri prodotti. È ben vero che l'agricoltura è per l'Italia la fonte prima della ricchezza, ma pensiamo che anch'essa trarrà vantaggio dalla navigazione, la quale, se per un lato più facilmente porterà nell'interno i prodotti concorrenti degli altri paesi, d'altro lato in scala maggiore favorirà il trasporto delle derrate tra le diverse parti d'Italia e delle merci utili all'agricoltura, ma più ancora pensiamo che nessun paese agricolo può essere veramente ricco, se non ha industrie e commerci fiorenti che impediscano l'emigrazione di forti capitali all'estero e producano nuovi mezzi da poter anche destinare al miglioramento della stessa agricoltura.

La navigazione serve al trasporto delle merci povere e, favorendo le industrie, per un lato provvede all'aumento della ricchezza, per l'altro lato alla diminuzione della miseria, perchè alle classi umili dà lavoro nelle grandi industrie poste in migliori condizioni per poter sorgere e prosperare.

L'anno testè decorso ha segnato un risveglio di energie e di ideali in tutta Italia: la coscienza del paese vuole che ci affermiamo non con frasi retoriche, ma con grandiose opere e che ritorniamo sulle orme degli antichi esempi verso un grado maggiore di civiltà e di benessere sociale. Poichè è ormai fortunata-

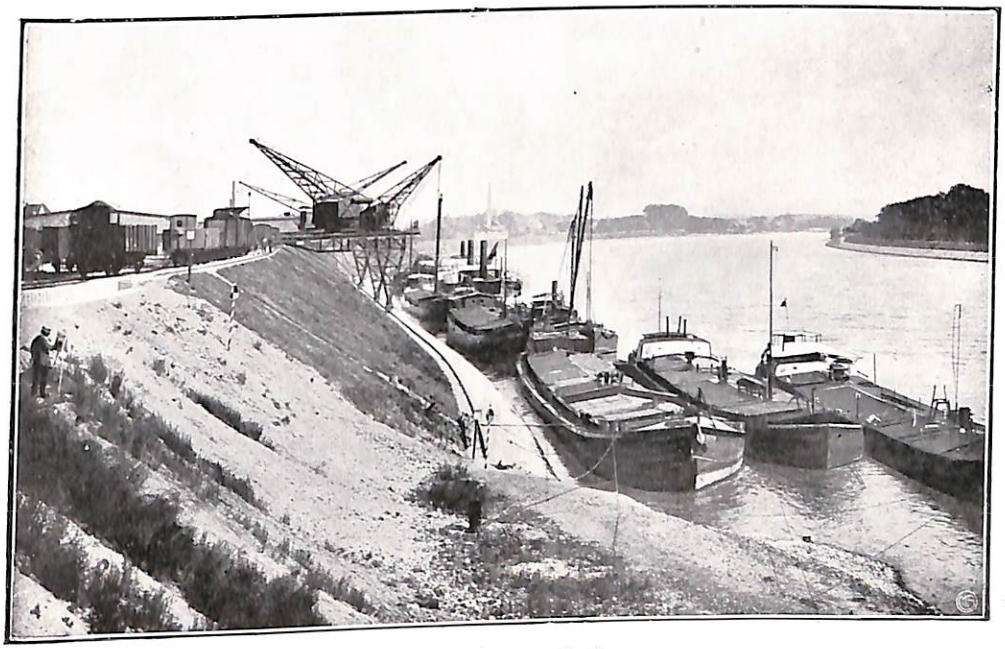


Fig. 24. — *Il Reno a Basilea.*

mente entrata negli animi la convinzione generale che il problema della navigazione interna abbia ad essere risolto il più prontamente possibile, facciamo in modo che dalle considerazioni e dagli studi, pur essi necessari, si passi il più presto possibile all'esecuzione delle opere. Come la nostra gente nulla ha da invidiare ad altre per le imponenti opere idrauliche eseguite per l'irrigazione e fu tra le prime a costrurre canali per la navigazione, così essa certo si mostrerà veramente degna delle sue grandi tradizioni provvedendo, nei limiti delle sue condizioni naturali, ad utilizzare quel grande mezzo di prosperità economica che è la navigazione interna, per un migliore avvenire delle sue industrie e dei suoi commerci.

Nell'azione incessante, che l'uomo spiega nell'adattare la superficie terrestre alle sue esigenze, va prendendo importanza crescente il miglior contatto che le diverse regioni vanno stabilendo tra esse e il mare, l'antica via delle civiltà

dei popoli, il moderno grande mezzo livellatore, cogli scambi, fra le ricchezze dei diversi paesi: l'Italia, che non ha abbondanti ricchezze naturali, non può nè deve rimanere indietro in questa nobile ed utilissima gara: al suo laborioso popolo affrettiamoci a dare, nel maggior numero possibile di punti, colla navigazione interna, le materie prime a basso costo per le industrie, favorendo pure tanto l'esportazione quanto i trasporti all'interno, e tutta la nazione ne diverrà certo in breve più prospera e più forte.

Ing. Paolo Bignami.

AMM. PROV. DI TORINO
№ 15929
BIBLIOTECA
116204

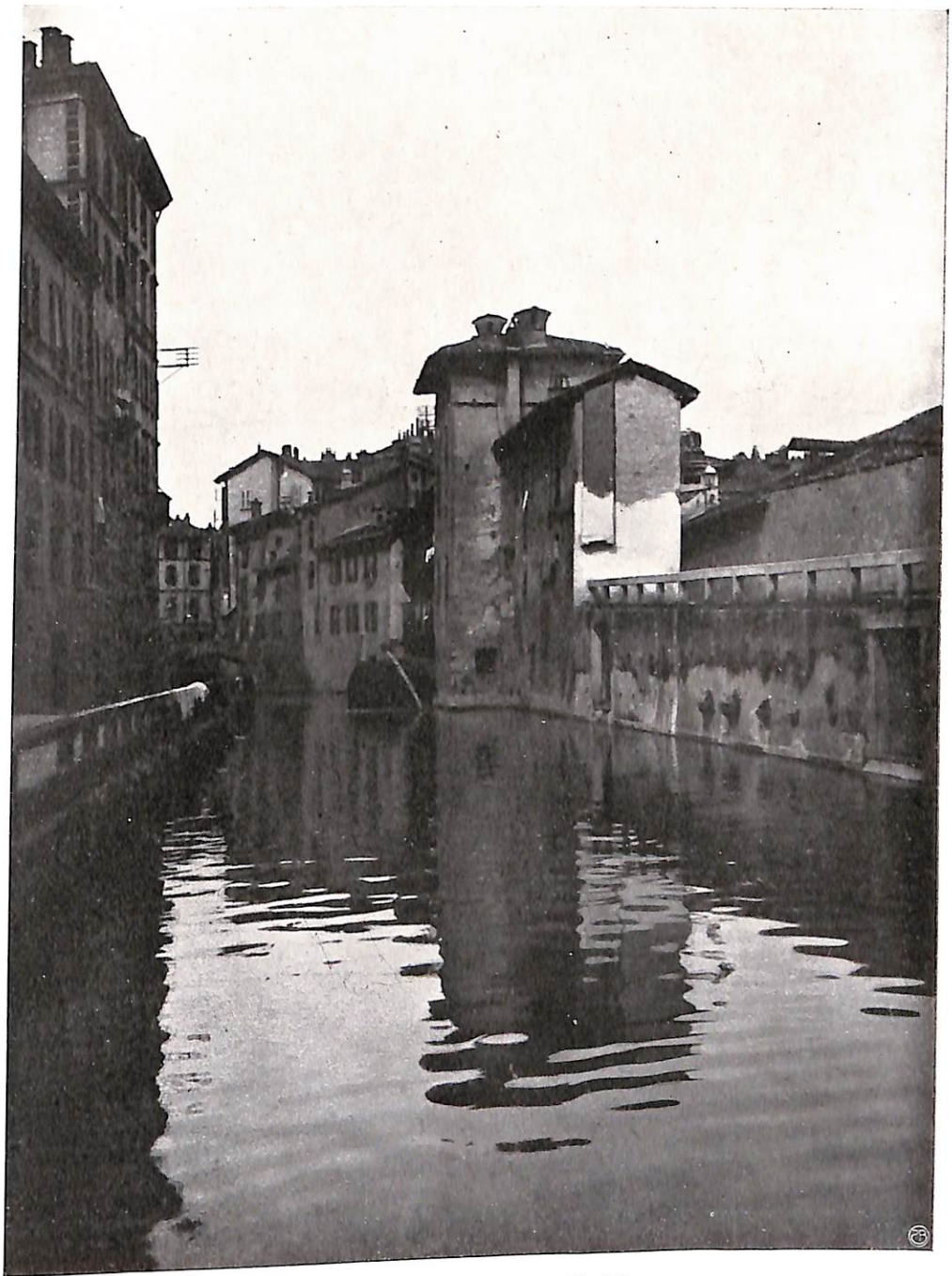
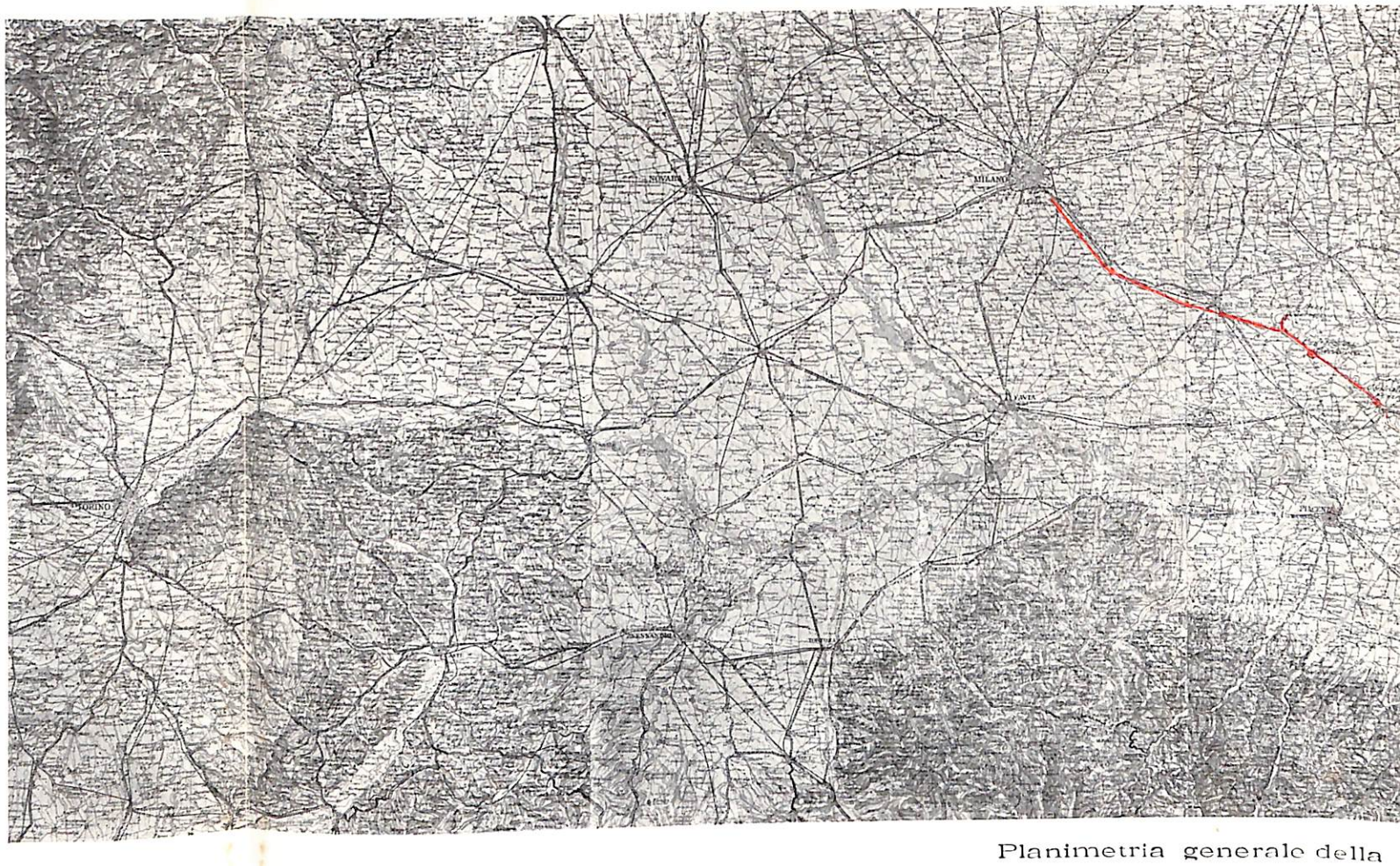
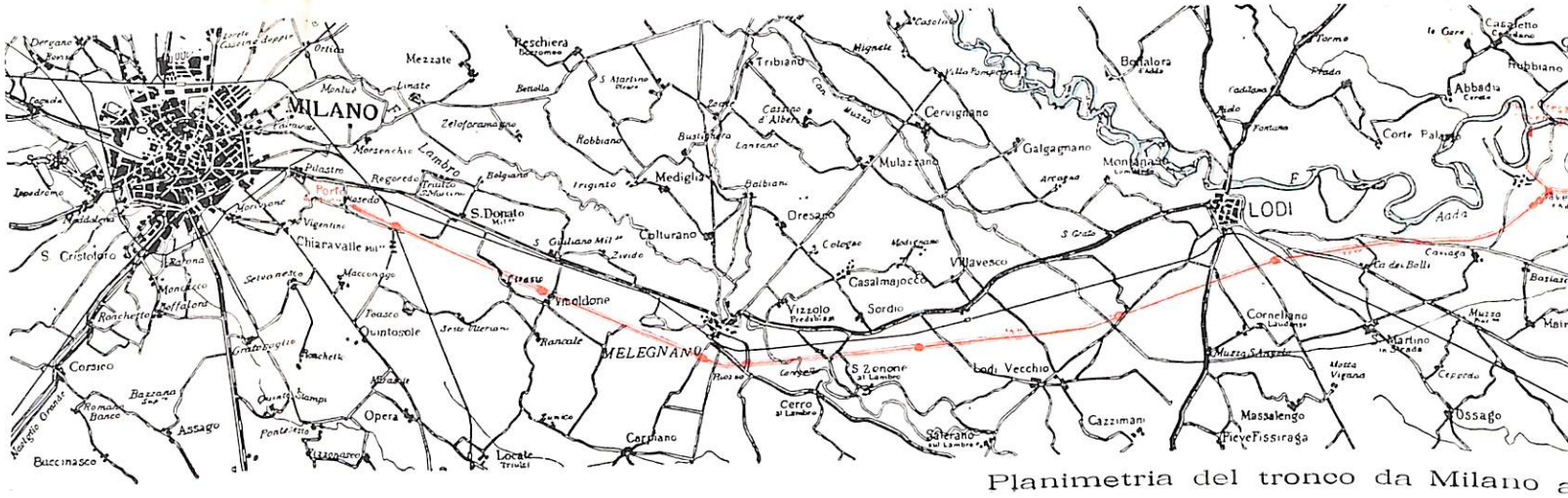


Fig. 25. — *Via d'acqua nella vecchia Milano.*

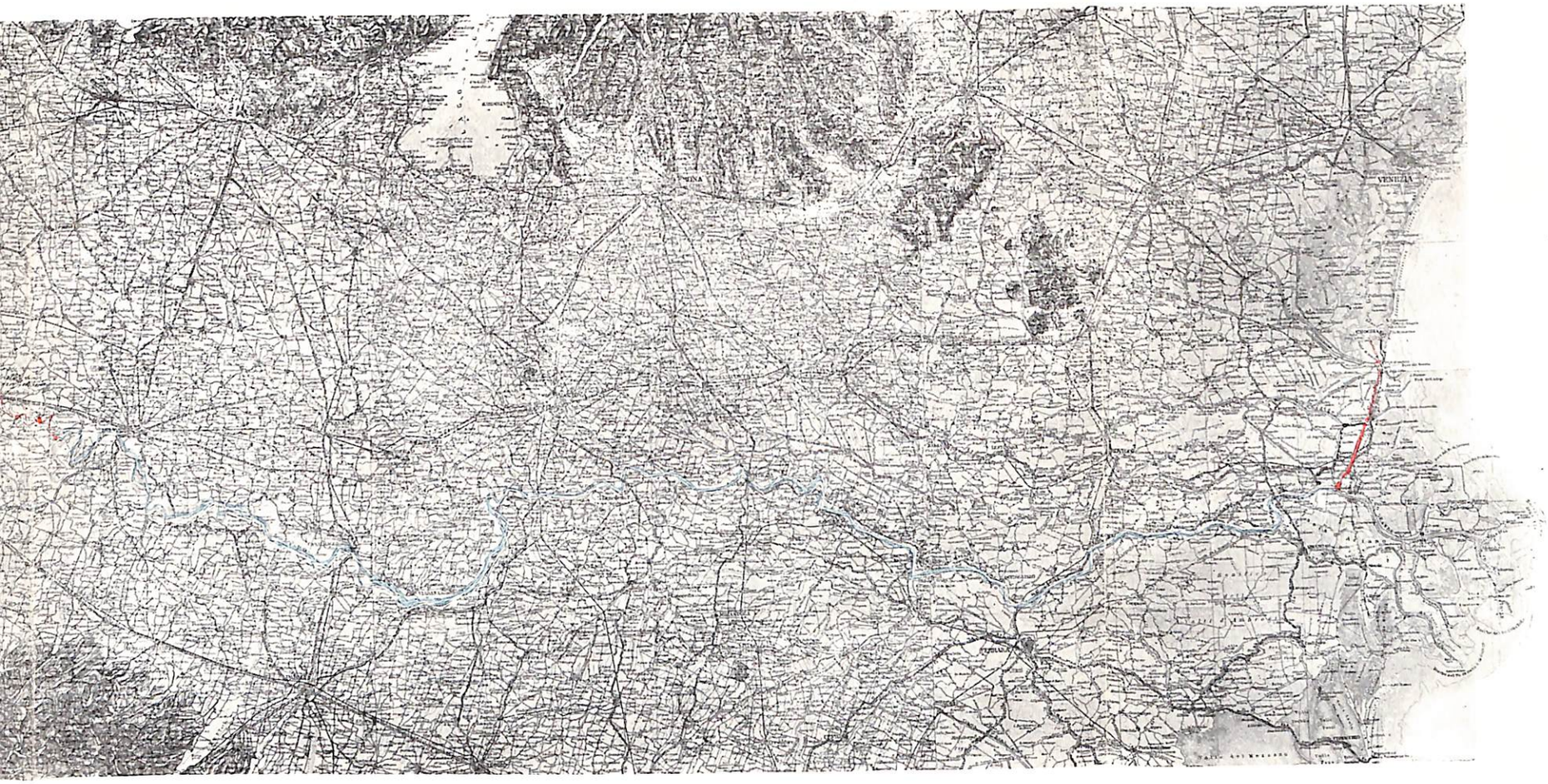
PROVINCIA DI TORINO



Planimetria generale della



Planimetria del tronco da Milano a



Planimetria del tronco dal Po a Venezia

al Po.

SEGNI CONVENZIONALI

- Conche nuove.
- Canali nuovi.
- Centrali elettriche.
- Dighe di sbarramento.
- Adda canalizzata.
- Canali esistenti sistemati nella Linea Brondolo-Po.
- Conche nella Linea attuale Brondolo-Po.
- Linea attuale Brondolo-Po.

linea navigabile da Milano a Venezia.

MILANO, 1913
STABILIMENTI GRAFICI
STUCCHI CERETTI & C
VIA VITTADINI, 5
VIA S. DAMIANO, 16